



**Universidad
Europea**

UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID

FACULTAD DE DISEÑO Y TECNOLOGÍAS CREATIVAS

GRADO EN ANIMACIÓN

PROYECTO FIN DE GRADO

**DISEÑO Y ANIMACIÓN DE UN LIBRO POP-UP
DIGITAL COMO RECURSO NARRATIVO**

SILVIA SALGADO PASCUAL

Dirigido por

LUIS MIGUEL SANCHEZ MILLÁN

CURSO 2024 - 2025

TÍTULO: DISEÑO Y ANIMACIÓN DE UN LIBRO POP-UP DIGITAL COMO RECURSO NARRATIVO

AUTOR: SILVIA SALGADO PASCUAL

TITULACIÓN: GRADO EN ANIMACIÓN

DIRECTOR/ES DEL PROYECTO: LUIS MIGUEL SANCHEZ MILLÁN

FECHA: JULIO de 2025

RESUMEN

Este proyecto consiste en la creación de un cortometraje de animación 3D cuyo eje narrativo es un libro pop-up digital. La historia gira en torno a un personaje mayor que, a través de una carta, rememora su vida y sus recuerdos junto a su esposa, como forma de despedida. Para ello, se ha desarrollado una estructura en la que cada página del libro representa un momento significativo de su pasado, desplegándose visualmente mediante mecanismos animados inspirados en libros desplegables físicos.

El enfoque combina modelado 3D con texturizado 2D artesanal, generando una estética ilustrada, cálida y emocional. El principal reto técnico ha sido trasladar los sistemas de pliegue y despliegue del papel al entorno digital, mediante un *rigging* funcional, lo que ha supuesto una aportación poco habitual en proyectos de animación.

El resultado final integra todos los elementos narrativos, visuales y técnicos, junto con sonido, música original y subtítulos. Entre sus principales logros destaca la viabilidad de digitalizar un formato tradicional sin perder su esencia. Asimismo, el proyecto aborda de forma sensible temas como la memoria, el envejecimiento y el Alzheimer, con un impacto social y ético notable, y en línea con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Palabras clave: *libro pop-up, narrativa emocional, modelado 3d, rigging, texturizado 2D, animación 3D.*

ABSTRACT

This project consists of the creation of a 3D animated short film whose narrative axis is a digital pop-up book. The story revolves around an elderly character who, through a letter, recalls his life and his memories with his wife, as a way of saying goodbye. To this end, a structure has been developed in which each page of the book represents a significant moment from his past, unfolding visually through animated mechanisms inspired by physical pop-up books.

The approach combines 3D modelling with handcrafted 2D texturing, generating an illustrated, warm and emotional aesthetic. The main technical challenge has been to transfer the paper folding and unfolding systems to the digital environment, by means of functional rigging, which has been an unusual contribution in animation projects.

The final result integrates all the narrative, visual and technical elements, together with sound, original music and subtitles. Among its main achievements is the feasibility of digitising a traditional format without losing its essence. The project also sensitively addresses issues such as memory, ageing and Alzheimer's, with a notable social and ethical impact, and in line with several Sustainable Development Goals.

Keywords: *pop-up book, emotional storytelling, 3d modelling, rigging, 2D texturing, 3D animation.*

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto no habría sido posible sin el apoyo incondicional de las personas que me han acompañado a lo largo de todo este camino, en especial mis padres. Gracias a ellos tuve la oportunidad de adentrarme en el mundo de la animación, un ámbito poco convencional, diferente y, en muchos sentidos, desconocido. A pesar de ello, confiaron en mí desde el primer momento, apoyándose con generosidad y constancia durante todos estos años. Soy plenamente conscientes del esfuerzo que ha supuesto para ellos brindarme esta oportunidad, y por ello les estaré siempre profundamente agradecida.

Del mismo modo, quiero expresar mi agradecimiento a mi familia, a mis amigos y, en especial, a mi pareja, cuyo apoyo emocional y colaboración han sido fundamentales durante el desarrollo de este proyecto. También a mis compañeros, ya amigos, que he conocido a lo largo de la carrera, con quienes he compartido noches sin dormir, momentos de tensión al final de cada curso, y experiencias que recordaré siempre con cariño.

No quiero dejar de mencionar a quienes han sido mis docentes durante esta etapa. En particular, a Raquel, a pesar de no haber estado presente durante toda la carrera, por su implicación y acompañamiento en este trabajo, siendo un pilar esencial en la resolución de dudas y en el desarrollo del proyecto. También a Araceli, por su constante disposición a ayudarme y orientarme, incluso sin ser mi profesora ni mi tutora este curso. Su apoyo y cercanía han sido muy valiosos.

Y, por supuesto, a mi tutor Luis Miguel. Él fue quien despertó en mí la pasión por el modelado y el texturizado 3D, enseñándome con paciencia y dedicación todo lo que hoy sé sobre estos campos. Su entusiasmo contagioso y su cercanía como docente han sido determinantes no solo en mi formación técnica, sino también en mi confianza personal a lo largo de la carrera. Durante este proyecto final, su orientación, implicación y apoyo continuo han sido clave para llevarlo a término.

TABLA RESUMEN

	DATOS
Nombre y apellidos:	Silvia Salgado Pascual
Título del proyecto:	Diseño y animación de un libro pop-up digital como recurso narrativo.
Directores del proyecto:	Luis Miguel Sanchez Millán
El proyecto se ha realizado en colaboración de una empresa o a petición de una empresa:	NO
El proyecto ha implementado un producto: (esta entrada se puede marcar junto a la siguiente)	SI
El proyecto ha consistido en el desarrollo de una investigación o innovación: (esta entrada se puede marcar junto a la anterior)	SI
Objetivo general del proyecto:	Crear un cortometraje 3D que emplee un libro pop-up digital como recurso narrativo para contar una historia sobre la memoria y los recuerdos.

Índice

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
TABLA RESUMEN	6
GLOSARIO	12
Capítulo 1. INTRODUCCIÓN	13
1.1 Contexto y justificación.....	13
1.2 Planteamiento del problema	14
1.3 Objetivos del proyecto.....	15
Capítulo 2. ANTECEDENTES	18
2.1 Contexto.....	18
2.1.1 Los libros pop-up y su funcionamiento	18
2.1.2 La Historia de los libros pop-up	20
2.1.3 Tipos de libros pop-up y sus estructuras.....	23
2.1.4 La evolución y dificultades de los libros pop-up.....	24
2.1.5 Texturizado 2D en modelos 3D	31
2.2 Referentes.....	32
2.2.1 Series	33
2.2.2 Películas.....	35
2.2.3 Videojuegos	37
2.2.4 Ilustradores.....	38
2.2.5 Videos de YouTube	40
2.2.6 Tutoriales.....	41
Capítulo 3. DESARROLLO DEL PROYECTO	44
3.1 Planificación del proyecto.....	44
3.2 Descripción de la solución, metodologías y herramientas empleadas.....	45
3.2.1 Preproducción	45
3.2.2 Producción.....	53
3.2.3 Post Producción.....	68
3.3 Recursos requeridos	71

3.4	Viabilidad e implementación	72
3.5	Resultados del proyecto y análisis	73
Capítulo 4.	CONCLUSIONES	76
4.1	Conclusiones del trabajo.....	76
4.2	Conclusiones personales.....	77
Capítulo 5.	FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO	78
Capítulo 6.	REFERENCIAS.....	79
6.1	Referencias bibliográficas: libros y artículos de investigación.....	79
6.2	Otras fuentes (congresos, conferencias, web, vídeos...)	80
Capítulo 7.	ANEXOS	82
7.1	Anexo I: Carta del abuelo.....	82
7.2	Anexo II: Diagrama de Gantt.....	82

Índice de Figuras

Figura 1 Libro pop-up educativo	19
Figura 2 Libro pop - up tarjeta felicitación	19
Figura 3 Volverles	20
Figura 4 Internacional Circus.....	21
Figura 5 Waldo Hunt	22
Figura 6 Kirigami.....	22
Figura 7 Robert Sabuda pop-up book	23
Figura 8 David Carter pop-up book	23
Figura 9 Ejemplos mecanismos pop-up	24
Figura 10 Libro papertoys	25
Figura 11 Pop-up Card Designer.....	26
Figura 12 El gato con botas: El último deseo	32
Figura 13 Opening Chowder.....	33
Figura 14 Opening Juego de Tronos.....	34
Figura 15 Cabecera La Promesa	35
Figura 16 Paddington 2	36
Figura 17 The little prince	36
Figura 18 Teraway	37
Figura 19 Paper Mario.....	38
Figura 20 Amelcart	39
Figura 21 Julia Yus	40
Figura 22 Libro pop-up Youtube.....	40
Figura 23 Libro Pop-up 2 Youtube.....	41
Figura 24 Tutorial Rig en blender	42
Figura 25 Tutorial rig en Maya	42
Figura 26 Canal tutoriales pop-up.....	43
Figura 27 Animática.....	45
Figura 28 Referencias.....	46
Figura 29 Moodboard.....	46

Figura 30 Prueba páginas Maya	48
Figura 31 Prueba plano levantado Maya	49
Figura 32 Prueba plano pared Maya	49
Figura 33 Rectángulos uno sobre otro	50
Figura 34 Resultado primera prueba	51
Figura 35 Rectángulos más anchos	51
Figura 36 Páginas sincronizadas	52
Figura 37 Concept página 1	54
Figura 38 Concepts paginas 1, 6 y 7	54
Figura 39 Render Página 1	55
Figura 40 Ventana blender página 6	55
Figura 41 Detalles vértices página 3 y 4	56
Figura 42 Rig Maya	57
Figura 43 Prueba joints barco	58
Figura 44 BlendShapes barco	58
Figura 45 Rig final barco	59
Figura 46 Rig escalera	59
Figura 47 Rig cama	60
Figura 48 Fallo en UVS	61
Figura 49 Objetos muy finos	61
Figura 50 Escena Maya error UVS	62
Figura 51 Transfer Attributes	62
Figura 52 Escena Maya UVS bien	63
Figura 53 Texturizado página 5	64
Figura 54 Texturizado página 8	64
Figura 55 Ventana Maya animación	65
Figura 56 Pruebas Render	67
Figura 57 Escenario buhardilla	68
Figura 58 Edición voz en off	69
Figura 59 Carta	82

Índice de Tablas

Tabla 1. Comparación de libros pop-up.	31
Tabla 2 Presupuesto.....	73

GLOSARIO

- **BlendShapes:** Técnica que permite modificar una geometría base mediante deformaciones previamente definidas.
- **Blocking:** Fase inicial del modelado 3D en la que se crean formas básicas y volúmenes generales del objeto sin entrar en detalles.
- **CGI (Computer-Generated Imagery):** Imágenes generadas por ordenador utilizadas en cine, televisión o videojuegos para crear efectos visuales o entornos digitales.
- **Constraints:** Restricciones o vínculos en animación 3D que permiten relacionar el movimiento de un objeto con otro, como seguir su posición, rotación o escala.
- **Joints:** Puntos de articulación en un esqueleto digital (como un hueso)
- **Merchandising:** Conjunto de productos derivados de una obra audiovisual (como camisetas, juguetes o libros) creados con fines comerciales o promocionales.
- **Moodboards:** Paneles visuales compuestos por imágenes de referencia que sirven para definir la estética, la atmósfera o el estilo visual de un proyecto.
- **Opening:** Secuencia de apertura de una película, serie o cortometraje que presenta el título, los créditos iniciales...
- **Props:** Objetos secundarios que forman parte del entorno o con los que interactúan los personajes, y que enriquecen la ambientación de una escena.
- **Riggear:** Acción de aplicar rigging a un modelo 3D, es decir, insertar huesos y controladores para permitir su animación.
- **Rigging:** Proceso técnico mediante el cual se crean estructuras de control (esqueletos o huesos) en un modelo 3D para permitir su animación.
- **Seams:** Líneas de corte en una malla 3D que indican dónde se dividirá para crear una proyección UV adecuada para el texturizado.
- **Shaders:** Programas o configuraciones que definen el aspecto visual de una superficie en 3D, incluyendo color, brillo, transparencia o textura.
- **Skin:** Proceso de vincular una malla 3D a un sistema de huesos (rig) para que esta se deforme correctamente al animarse.
- **Smart UV Project:** Herramienta automática que genera proyecciones UV organizadas de forma eficiente para facilitar el texturizado de modelos 3D complejos.
- **Stop Motion:** Técnica de animación que consiste en fotografiar objetos o figuras fotograma a fotograma, generando la ilusión de movimiento al reproducirse en secuencia.
- **Storyboard:** Secuencia de ilustraciones que representa visualmente de forma sencilla y abocetada los planos o escenas de una producción audiovisual antes de su realización.
- **Transfer Attributes:** Herramienta que permite copiar atributos como UVs, colores o forma de un objeto 3D a otro con geometría similar.
- **UVs:** Coordenadas que permiten aplicar una textura 2D sobre una superficie 3D, determinando cómo se proyecta la imagen sobre el modelo.

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto consiste en la creación de un cortometraje de animación 3D que utiliza un libro pop-up digital como recurso narrativo. La historia, narrada mediante una *voz en off*, representa los recuerdos de un anciano que se despide de su esposa. Cada página del libro muestra un momento significativo de su vida, desplegándose con mecanismos animados inspirados en libros desplegables físicos. La estética combina modelado 3D con texturizado 2D ilustrado, generando una atmósfera cálida y emotiva. Se desarrollaron estructuras animadas sincronizadas con la narración, acompañadas por subtítulos y un diseño sonoro acorde al tono del relato. El resultado es una pieza audiovisual sensible y cuidada que refleja cómo la animación puede abordar temas como la memoria, el envejecimiento y el Alzheimer.

1.1 Contexto y justificación

Este proyecto surge de la búsqueda de experimentar con nuevas formas de narrar visualmente dentro del campo de la animación 3D, alejándose de los formatos más convencionales y apostando por una propuesta más íntima, emotiva y artística. En esta búsqueda, se pone en valor lo artesanal y lo manual, recuperando el encanto visual de los materiales físicos y su capacidad de conectar emocionalmente con el espectador. Dentro de esta búsqueda, los libros pop-up aparecen como un recurso perfecto, no solo por su estética tan reconocible, sino también por su capacidad de sorpresa y su fuerte carga simbólica.

Los libros pop-up siempre han tenido un componente lúdico, de juego, pero también de asombro. Cuando uno pasa la página y de repente emerge una figura tridimensional, esa pequeña acción se convierte en algo mágico. Este proyecto busca trasladar ese tipo de sensaciones al entorno digital, concretamente al medio de la animación 3D, intentando que el espectador viva una experiencia visual que despierte emociones, recuerdos y sensibilidad.

En este caso concreto, el libro pop-up no es solo un recurso visual llamativo. Es el eje narrativo del cortometraje, ya que funciona como un canal a través del cual, podemos descubrir la carta que un abuelo escribió a su mujer, contándole su pasado y despidiéndose de ella. Cada página del libro representa un fragmento de su vida y, al abrirse, despliega una escena simbólica que conecta directamente con la memoria y las emociones. Por tanto, este trabajo no solo explora una técnica o un estilo visual, sino que también plantea una forma de contar una historia íntima y cercana a través de una estética muy concreta.

La elección de este formato responde también a un deseo personal de unir lo técnico con lo poético y tradicional. Este proyecto busca demostrar que se puede hacer animación 3D desde un enfoque más emocional, usando herramientas digitales para construir un mundo que parezca

hecho a mano, como de papel. Y, además, ofrece una oportunidad para profundizar en temas importantes como la pérdida, el paso del tiempo y la memoria familiar.

1.2 Planteamiento del problema

El principal reto de este proyecto es trasladar el funcionamiento real de un libro pop-up al entorno digital 3D de forma que mantenga tanto su estética como su lógica mecánica. Aunque existen algunos ejemplos en el mundo del cine, la televisión o los videojuegos que utilizan recursos visuales inspirados en libros desplegados, no es habitual encontrar propuestas que reproduzcan de manera fiel la estructura y los mecanismos de un pop-up real, y mucho menos que lo conviertan en el motor narrativo de toda una historia.

Esto nos lleva a formular la pregunta clave que guía este trabajo: ¿Cómo podemos representar en animación 3D un libro pop-up que sirva como recurso narrativo?

Para poder responder a esta cuestión, es necesario investigar tanto cómo funcionan los libros pop-up tradicionales desde un punto de vista técnico y visual, como de qué manera trasladar estos mecanismos al entorno digital utilizando herramientas de animación, modelado y *rigging*. También implica analizar qué tipo de narrativa puede construirse a partir de este recurso, cómo se pueden vincular los elementos emergentes con los recuerdos del personaje y cómo lograr que cada página se convierta en una pequeña escena con sentido propio dentro del corto.

Este proyecto no está pensado para una empresa o producto comercial, sino que se plantea como un ejercicio de investigación y creación personal con un fuerte componente artístico. Sin embargo, sí tiene un enfoque innovador, ya que propone aplicar herramientas técnicas complejas (como el *rigging* de papel, la animación de pliegues o el texturizado 2D en 3D) a una propuesta emocional y narrativa. Este tipo de enfoque puede servir de inspiración para proyectos educativos, interactivos o incluso terapéuticos que quieran usar el formato del libro pop-up como forma de comunicación emocional.

Además, hay un componente humano muy importante. El cortometraje habla sobre una carta que un abuelo escribió a su mujer antes de perder la memoria. Este punto de partida conecta con algo universal: la memoria y las cosas que nunca llegamos a saber de nuestros seres queridos, los recuerdos que se pierden con el tiempo, los sentimientos y pensamientos de las personas.

1.3 Objetivos del proyecto

Objetivo general:

El objetivo principal de este proyecto es crear un cortometraje de animación 3D que utilice un libro pop-up digital como recurso narrativo central, con un enfoque artístico que combine técnicas digitales con una estética 2D, para contar una historia emotiva sobre la memoria y los recuerdos familiares.

Objetivos específicos:

Para alcanzar el objetivo general del proyecto, se han definido cinco objetivos específicos, organizados en tres bloques principales: investigación, diseño conceptual y desarrollo técnico. Estos objetivos permiten abordar el proyecto de manera progresiva, desde la base teórica hasta la producción del cortometraje animado.

Investigación técnica y artística del formato pop-up

- Estudiar los mecanismos estructurales de los libros pop-up y su adaptación al entorno digital: analizar el funcionamiento físico de los libros pop-up tradicionales y explorar cómo se han simulado en entornos digitales, especialmente en animación 3D. Esto incluye el análisis de referencias reales, maquetas, proyectos similares y casos audiovisuales que usen el papel como recurso narrativo o visual.

Diseño conceptual y narrativo del proyecto

- Diseñar un libro pop-up digital como eje narrativo del cortometraje: crear una estructura de libro cuyas páginas desplegadas representen recuerdos del personaje protagonista. Cada escena debe reflejar visualmente el contenido del guion literario y técnico, incorporando una narrativa emocional y coherente con la voz en off.
- Definir la dirección artística y el estilo visual del cortometraje: establecer una estética personal que combine modelado 3D con texturizado 2D ilustrado. Desarrollar personajes, escenarios y objetos mediante *moodboards*, concept art y pruebas visuales, manteniendo una coherencia estilística artesanal y emotiva.

Desarrollo técnico del cortometraje

- Modelar, *riggear* y animar los elementos del libro y del entorno 3D: crear todos los componentes del libro y la escena, aplicando un sistema de *rigging* funcional para simular los mecanismos pop-up. Animar su despliegue de forma sincronizada con el paso de página, incorporando también iluminación y movimientos de cámara.
- Editar y postproducir el cortometraje final: integrar los planos renderizados con sonido, música, títulos y subtítulos. Ajustado al ritmo narrativo.

Este proyecto no solo cumple con los objetivos marcados, sino que también ofrece una serie de contribuciones importantes tanto a nivel artístico como técnico:

Este trabajo aporta un enfoque diferente dentro del ámbito de la animación, alejándose del hiperrealismo para centrarse en una estética más delicada y artesanal. Utiliza herramientas avanzadas (como Maya, Blender o Procreate), pero con una narrativa más íntima, que conecta con temas humanos como la memoria, el olvido y el afecto familiar.

Además, explora un tipo de animación poco común: aquella que se inspira en mecanismos físicos, como los libros desplegados, pero los lleva al mundo digital sin perder su esencia. Este enfoque puede abrir nuevas líneas de trabajo tanto en el ámbito creativo como en el educativo o emocional, ofreciendo una herramienta para contar historias de forma original, sensible y visualmente rica.

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Este proyecto, enmarcado dentro del ámbito de la animación 3D y la exploración narrativa, también busca contribuir a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) promovidos por la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. Aunque se trata de un trabajo académico y artístico, se han integrado de forma consciente ciertos valores y principios de sostenibilidad, inclusión e innovación que responden a varios de los ODS.

ODS 4 – Educación de calidad

El presente trabajo se enmarca como un proyecto de fin de grado, y por tanto forma parte de un proceso formativo dentro del sistema de educación superior. Este tipo de proyectos fomentan el pensamiento crítico, el aprendizaje autónomo, la investigación aplicada y la integración de competencias técnicas y creativas. Además, el desarrollo de técnicas innovadoras y la documentación detallada del proceso pueden servir de guía o referencia para futuros estudiantes que deseen explorar caminos similares en el ámbito de la animación.

ODS 9 – Industria, innovación e infraestructura

El proyecto apuesta por una propuesta innovadora que une el diseño estructural de libros pop-up tradicionales con las posibilidades del entorno digital 3D. Esta fusión de lo artesanal con lo tecnológico representa una forma alternativa y creativa de narrar historias, poco explorada en el medio audiovisual. Al plantear nuevas formas de rigging, animación y modelado inspiradas en mecanismos físicos, se contribuye al desarrollo de soluciones innovadoras dentro de la industria creativa, abriendo camino a futuros usos en animación, videojuegos o experiencias interactivas.

ODS 10 – Reducción de las desigualdades

Se ha tenido en cuenta la accesibilidad durante el diseño del cortometraje, incluyendo subtítulos para la voz *en off*. Esta decisión permite que personas con discapacidad auditiva puedan seguir

la narración sin barreras, promoviendo así una experiencia más inclusiva. Aunque se trata de un proyecto individual, integrar esta perspectiva refuerza el compromiso con una animación más accesible y abierta a todos los públicos.

ODS 3 – Salud y bienestar

La temática del cortometraje está directamente relacionada con el Alzheimer, una enfermedad que afecta a millones de personas y a sus familias en todo el mundo. A través de la narrativa visual, el proyecto pone en valor la importancia de los recuerdos y el paso del tiempo. Aunque no se trata de un proyecto médico o sanitario, sí aporta un enfoque empático que conecta con el bienestar emocional y la salud mental.

Capítulo 2. ANTECEDENTES

2.1 Contexto

La animación ha evolucionado considerablemente en las últimas décadas, destacándose por la incorporación de técnicas que permiten generar experiencias más inmersivas, creativas y visualmente impactantes. Entre estas innovaciones, los libros pop-up han surgido como una fuente de inspiración que combina elementos tradicionales del papel con las posibilidades que ofrece el entorno digital. Esta evolución ha permitido que las técnicas de diseño y construcción de estructuras desplegables se adapten al entorno 3D, brindando nuevas formas de contar historias en proyectos de animación y videojuegos.

En el ámbito audiovisual, la incorporación de elementos pop-up ha aportado una dimensión adicional a la narrativa, permitiendo que el espectador se involucre activamente en el desarrollo de la historia. La estética del papel, el uso de texturas artesanales y la animación de elementos desplegables han dado lugar a proyectos que exploran la memoria, la nostalgia y las emociones humanas de una manera única.

A continuación, se explicará el funcionamiento de los libros pop-up y su evolución a lo largo de la historia, tanto desde el punto de vista técnico como artístico. Después, se analizará su transición al entorno digital, detallando los cambios metodológicos y tecnológicos necesarios para trasladar sus mecanismos físicos al lenguaje tridimensional. También se abordarán las principales dificultades que implica su desarrollo, ya sea en formato tradicional o digital. Tras ello, se incluirá una comparativa entre ambos formatos para entender sus diferencias, fortalezas y limitaciones. Finalmente, se analizarán referentes audiovisuales relevantes incluyendo series, películas y videojuegos que han trabajado con estéticas o estructuras inspiradas en libros pop-up. Estos ejemplos servirán como referencia visual, conceptual y técnica para el desarrollo de este proyecto.

2.1.1 Los libros pop-up y su funcionamiento

Los libros pop-up, también conocidos como libros móviles, libros 3D o libros emergentes, se caracterizan por contener figuras tridimensionales e interactivas, con piezas móviles que permiten la interacción física entre el lector y el libro. Estas estructuras gráficas combinan lo lúdico con lo didáctico de una manera excepcional, despertando la curiosidad y la creatividad, al tiempo que juegan con el factor sorpresa y el sentido del asombro. Esta singularidad ha

permitido que los libros pop-up cautiven a lectores de todas las edades por su capacidad de hacer que las historias emerjan más allá de las páginas.

El diseño de mecanismos pop-up se distingue por la incorporación de elementos móviles, solapas y estructuras desplegables que crean efectos sorprendentes. Estos mecanismos no se limitan exclusivamente a libros infantiles, sino que también se aplican en productos dirigidos a adultos, como tarjetas de felicitación, invitaciones y elementos promocionales o de *merchandising*, además de como libros educativos para fomentar el aprendizaje.

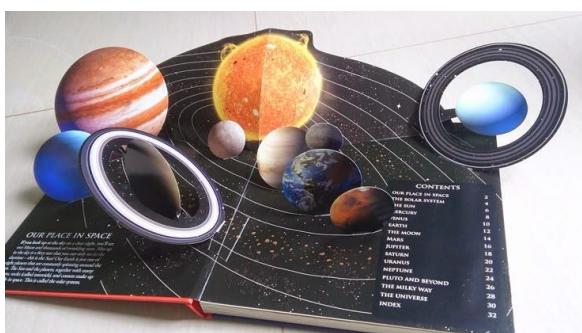


Figura 1 Libro pop-up educativo



Figura 2 Libro pop - up tarjeta felicitación

La ingeniería del papel es fundamental en el diseño de libros pop-up, ya que implica el dominio de técnicas que permiten trasladar, rotar, plegar y desplegar las estructuras para generar el efecto de animación. Según Trebbi, el diseñador o ingeniero debe comprender las propiedades del papel, desde el más delgado hasta la cartulina más robusta, para garantizar que los mecanismos funcionen correctamente. En palabras del creador de libros móviles Andre Baron, el ingeniero debe ser capaz de interpretar los croquis de un ilustrador e imaginar la mecánica necesaria para dar movimiento a las imágenes, desarrollando este trabajo en colaboración con el ilustrador y posteriormente con el impresor para ensamblar los pliegues (Gabriela Nazario, 2015).

La aparente simplicidad de estos diseños oculta una complejidad extraordinaria, ya que las estructuras no solo deben desplegarse correctamente, sino también replegarse sobre sí mismas al cerrar las páginas, lo que requiere una precisión técnica notable para lograr resultados sorprendentes y funcionales.

2.1.2 La Historia de los libros pop-up

El origen de los libros pop-up se remonta al siglo XIII, cuando se comenzaron a emplear mecanismos de papel en textos filosóficos y científicos para facilitar la comprensión de conceptos abstractos. El filósofo catalán Ramon Llull introdujo estos elementos, conocidos como “volvelles”, en sus obras con diversos fines educativos. Estos discos giratorios permitían combinar distintos elementos visuales para explicar temas filosóficos, científicos, matemáticos y hasta religiosos (Mark Miller, 2023).



Figura 3 Volvelles

Durante el siglo XVI, Pierre Apian publicó la *Cosmographia* (1524), considerada el primer libro móvil de la historia, que retomó la técnica de las volvelles para representar cálculos astronómicos y calendarios. En esta misma línea, Andrés Vesalio utilizó en 1538 un sistema de solapas en sus textos anatómicos para mostrar las diferentes capas del cuerpo humano, aportando un recurso visual didáctico de gran utilidad en el campo de la medicina. En 1583, se publicó un libro en Dresde que mostraba la anatomía de la mano y el ojo mediante un sistema de láminas superpuestas. También se hallaron mecanismos de solapas en textos confesionales como *Confession coupée* (1667), que contenía una serie de lengüetas que el lector podía desprender para informar al confesor sobre los pecados cometidos. Durante estos siglos, los libros móviles se destinaron principalmente a un público adulto, con un fin educativo y académico, siendo utilizados en manuales de anatomía, astronomía y física.

Fue en el siglo XIX cuando los libros pop-up comenzaron a popularizarse como objetos de entretenimiento, especialmente entre el público infantil. Esta transformación coincidió con el auge de la literatura infantil y la implementación de nuevas leyes de alfabetización. A partir de este momento, se desarrollaron complejos sistemas de palancas y engranajes que dotaban de movimiento a las figuras del libro. Lothar Meggendorfer destacó como uno de los creadores más importantes de esta época, produciendo más de cien obras que revolucionaron el formato de libro móvil. Sus innovadoras técnicas permitían que, con solo tirar de una lengüeta, se activaran varios mecanismos a la vez, logrando efectos sorprendentes. También destacó especialmente en dos formatos: libros con imágenes articuladas y panoramas desplegable tridimensionales

(Gloria Lucia, 2011). Algunas obras como *International Circus* (1887) y *Surprise! Surprise!* (1889) reflejaron este avance tecnológico y creativo.



Figura 4 Internacional Circus

En Alemania, hacia finales del siglo XIX, Ernest Nister desarrolló la técnica del “dissolving”, que consistía en deslizar imágenes superpuestas para revelar distintas escenas. También ideó el sistema “stand up”, en el que las figuras emergían automáticamente al pasar la página. Estos avances consolidaron una edad de oro en la producción de libros pop-up.

En 1930, la editorial estadounidense Blue Ribbon Books registró por primera vez el término “pop-up” para referirse a los libros con mecanismos tridimensionales. Harold Lentz, diseñador y editor, popularizó esta denominación con sus obras dirigidas a un público infantil. Sin embargo, la editorial solo operó durante tres años debido a dificultades económicas (Sara Burgees, 2012).

Tras la Segunda Guerra Mundial, la editorial checa Artia destacó con sus producciones de libros móviles gracias a las innovadoras técnicas del ilustrador Vojtěch Kubašta. Su sistema permitía crear efectos tridimensionales sin utilizar pegamento, combinando ilustraciones en perspectiva con cortes en el papel. Entre sus obras más reconocidas se encuentra la serie *Tip y Top*, que narra las aventuras de dos niños explorando el mundo.

En la década de 1960, el estadounidense Waldo Hunt, “fue un editor muy importante de libros desplegables que realmente los hizo avanzar técnicamente” (Valerie J. Nelson, 2009). Fundó la editorial Intervisual Books, la cual produjo libros pop-up a gran escala de diversas variedades desde *The Human Body* (1996) hasta *Harry Potter and the Chamber of Secrets* (2002) (Margalit Fox, 2009). Consolidando una segunda edad de oro para este formato. Esta producción masiva contribuyó a que el término “pop-up” se popularizara a nivel mundial.



Figura 5 Waldo Hunt

En la misma década, artistas como Raymond Queneau, Andy Warhol y Bruno Munari experimentaron con el diseño de libros pop-up, explorando temáticas abstractas y narrativas no convencionales. Ya en los años 80, el arquitecto y profesor japonés Masahiro Chatani desarrolló el *kirigami* una técnica que combinaba el origami con la ingeniería del papel, logrando complejas esculturas tridimensionales. La principal diferencia que tiene con el origami es que en el *kirigami* se deben realizar primero los cortes en el papel, y tras doblar y abrir el papel se obtiene la figura final (Rici, 2022).



Figura 6 Kirigami

Durante la década de 1990, la producción de libros pop-up se desplazó mayoritariamente a Latinoamérica, especialmente a Colombia, donde editoriales como Norma y Atlántida se asociaron con Intervisual Books para la manufactura de estos libros. Esta producción representó cerca del 80% del mercado mundial de libros animados en esa década.

A partir del siglo XXI, diseñadores como David Carter, Robert Sabuda, Matthew Reinhart y Àngels Navarro contribuyeron al resurgimiento de los libros pop-up, que integraron nuevas tecnologías de edición e impresión. Este auge ha permitido que los libros móviles adquieran un mayor reconocimiento dentro del mundo editorial, ampliando sus temáticas y públicos. Como afirma

Silvia Hijano Coullaut, fundadora de Libracos, "abrir un libro emergente es adentrarse en un mundo de detalles donde las historias cobran vida" (Domestika, s.f.).



Figura 7 Robert Sabuda pop-up book



Figura 8 David Carter pop-up book

2.1.3 Tipos de libros pop-up y sus estructuras

Dentro del diseño de libros pop-up, existen diversos mecanismos que permiten crear efectos tridimensionales y de movimiento al abrir las páginas. Cada tipo tiene características propias que influyen tanto en la estética como en la narrativa visual. Estos son algunos ejemplos:

- **Acordeón:** compuesto por pliegues en zigzag que permiten desplegar una escena completa de forma panorámica. Es muy utilizado en escenas narrativas extensas o ilustraciones continuas.
- **Pliegue en V (V-fold):** una de las estructuras más básicas y versátiles. Se basa en un simple pliegue que, al abrirse, eleva una figura en ángulo. Es ideal para dar volumen de manera rápida y efectiva.
- **Capas (Layered pop-up):** consiste en colocar elementos en diferentes niveles, uno detrás de otro, para crear profundidad visual. Muy usado para fondos detallados o escenas con varios planos.
- **Volvelle:** discos giratorios empleados históricamente en libros científicos y filosóficos, que permiten superponer información de forma interactiva.
- **Solapas y tiradores:** mecanismos que el lector puede accionar manualmente para descubrir nuevos elementos o generar pequeños movimientos.

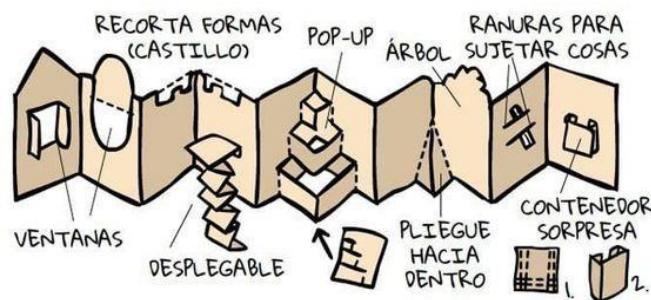


Figura 9 Ejemplos mecanismos pop-up

2.1.4 La evolución y dificultades de los libros pop-up

La creación de un libro pop-up en formato físico requiere una combinación precisa de conocimientos en diseño gráfico, ingeniería del papel y técnicas de encuadernación. En sus inicios, estos libros empleaban materiales simples como papel pergamino o cartulina de bajo gramaje, suficientes para crear mecanismos rudimentarios. Posteriormente, con la expansión del libro pop-up hacia el ámbito infantil en el siglo XIX, se adoptaron materiales más resistentes, como el cartón grueso y papeles más finos para los elementos móviles, mejorando la durabilidad del producto.

En la actualidad, se emplean materiales especializados que combinan flexibilidad y resistencia, tales como el papel couché de alto gramaje para ofrecer colores vibrantes o papeles texturizados que aportan un aspecto artesanal. Además, se incorporan elementos adicionales como láminas plásticas, acetatos y papel metalizado para generar efectos visuales innovadores.

Desde el punto de vista técnico, los primeros libros pop-up utilizaban mecanismos básicos de pestañas y pliegues, que evolucionaron hacia sistemas de capas, elementos giratorios y deslizantes, y estructuras tridimensionales complejas. Estas innovaciones requieren gran precisión en el diseño para garantizar que las piezas se desplacen de forma armónica y sin obstrucciones. Actualmente, los diseñadores recurren a herramientas digitales como Adobe Illustrator y programas CAD que permiten calcular con exactitud los pliegues y la disposición de las piezas móviles. Además, con estos programas pueden crear productos para que cualquier persona pueda crear de forma sencilla su libro pop-up. Esto son los libros con papertoys, para que el lector mediante recorte y plegado de papel pueda obtener modelos tridimensionales a partir de patrones de piezas que se unen con pegamento (Carlos Carbonell, Jose Luis Saorín, Cecile Meier, Dámari Melián Díaz, Jorge de la Torre Cantero, 2016).



Figura 10 Libro papertoys

En cuanto a su evolución artística, los primeros libros pop-up se caracterizaban por ilustraciones monocromáticas o con colores planos debido a las limitaciones tecnológicas de la época. Posteriormente, la impresión a color permitió incorporar paletas más ricas y detalladas. Hoy en día, el diseño digital ha favorecido la creación de ilustraciones con alto nivel de detalle, texturas complejas y efectos tridimensionales que enriquecen visualmente el contenido desplegable.

Dificultades técnicas en los libros pop-up tradicionales

El diseño de libros pop-up físicos presenta una serie de desafíos técnicos que requieren una gran precisión:

- **Precisión en el diseño:** Cada pliegue y mecanismo debe ser calculado con exactitud para garantizar que las partes móviles encajen perfectamente y que el libro pueda abrirse y cerrarse de forma fluida sin que las estructuras se dañen.
- **Durabilidad del material:** El uso frecuente de un libro pop-up puede debilitar las partes móviles. Para solventar este problema, se emplean materiales reforzados o se incorporan técnicas adicionales como el laminado protector.
- **Limitaciones en el número de elementos móviles:** Añadir demasiados mecanismos complejos puede aumentar la fragilidad del libro o dificultar su manipulación.
- **Costes de producción elevados:** El proceso de diseño, montaje y encuadernación de un libro pop-up suele ser manual o semimanual, lo que incrementa significativamente el coste en comparación con los libros tradicionales.

2.1.5 La transición y dificultades de los libros pop-up al entorno digital

El desarrollo tecnológico ha permitido que los libros pop-up evolucionen más allá del formato físico y se integren en formatos digitales como series, videojuegos, proyectos audiovisuales... Esta transición ha supuesto un importante desafío técnico, ya que trasladar los principios del diseño en papel al entorno digital requiere precisión en el modelado, el *rigging* y la animación para que las piezas encajen y se muevan de forma armónica.

El modelado 3D se ha convertido en una herramienta clave para recrear el comportamiento del papel y sus mecanismos móviles en entornos digitales. Programas como Blender, Maya o After effects permiten diseñar formas plegables que simulan el movimiento orgánico del papel al abrirse y cerrarse. Para ello, se emplean técnicas como el *rigging*, garantizando un comportamiento natural y preciso.

Incluso se han comenzado a crear programas y páginas web capaces de crear libros pop-up en formato digital. Con Pop-up Card Designer Pro (disponible en versión gratuita) o Popup Card Studio, es posible crear pop-ups de manera digital. Estos programas permiten dibujar el contorno de un objeto y crear las líneas de recortado y doblado para construir la tercera dimensión (Carlos Carbonell, Jose Luis Saorín, Cecile Meier, Dámari Melián Díaz, Jorge de la Torre Cantero, 2016). O Sevenstyles, una página web en la que se pueden crear libros pop-up individuales, haciendo un pago por cada uno de ellos. Otra opción es pagar más dinero para poder crear un número ilimitado de libros.

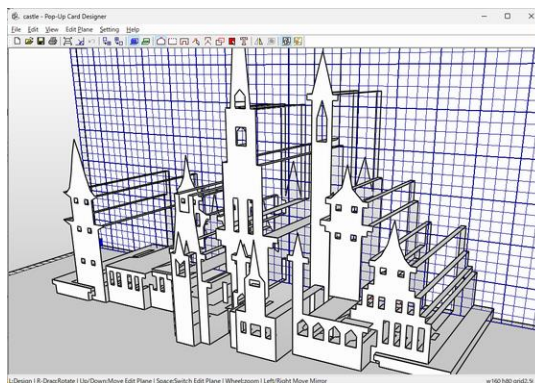


Figura 11 Pop-up Card Designer

El texturizado 2D cumple un papel fundamental en esta adaptación, ya que sustituye las ilustraciones impresas del formato físico. Softwares como Substance Painter y Photoshop permiten crear texturas que imitan la apariencia del papel, con mapas de rugosidad que aportan una sensación fibrosa y artesanal a las superficies. Esta combinación de modelado tridimensional y texturas bidimensionales resulta esencial para reproducir fielmente la estética de los libros pop-up tradicionales.

La iluminación también juega un papel importante en la simulación digital de estos libros. En el entorno físico, la luz natural proyecta sombras que destacan la tridimensionalidad del contenido desplegable. Para replicar este efecto en entornos digitales, se diseñan cuidadosamente fuentes de luz que proyectan sombras realistas, marcando los volúmenes y las texturas del libro pop-up.

La integración de libros pop-up digitales en videojuegos, proyectos interactivos y películas animadas ha abierto nuevas posibilidades narrativas. Estos elementos se emplean para crear efectos visuales sorprendentes, enriquecer la narrativa y fomentar la participación del espectador. La capacidad de la animación 3D para simular la física y la dinámica de los libros pop-up ha permitido generar entornos virtuales inmersivos, ampliando las posibilidades expresivas del formato.

Dificultades técnicas en los libros pop-up digitales

La creación de libros pop-up digitales presenta desafíos específicos que exigen un conocimiento técnico avanzado:

- Simulación del comportamiento del papel: El movimiento orgánico del papel es especialmente complejo de replicar. Este material no solo se pliega, sino que también se curva y se desliza de forma específica, lo que exige una programación detallada de las propiedades físicas del modelo 3D.
- Coherencia en la interacción: En experiencias interactivas como videojuegos o aplicaciones, se requiere programar la lógica que permita que el usuario active los distintos elementos del libro sin errores ni superposiciones.
- Optimización del rendimiento: Los elementos desplegables, al ser muy detallados, pueden sobrecargar el rendimiento del proyecto si no se optimizan correctamente las geometrías 3D y las texturas.
- Control del nivel de detalle: Es necesario adaptar las resoluciones de las texturas y el nivel de detalle de los elementos según la proximidad del espectador para garantizar que las ilustraciones mantengan su nitidez.

2.1.6. Comparación entre libros pop-up tradicionales y digitales

La transición de los libros pop-up físicos al formato digital ha supuesto una transformación profunda tanto en el proceso creativo como en la experiencia del usuario. Aunque ambos formatos comparten el objetivo de ofrecer una experiencia visual inmersiva mediante elementos tridimensionales que emergen y se despliegan, las técnicas, materiales y recursos que emplean son diferentes.

Materiales y elementos constructivos

Los libros pop-up tradicionales están formados principalmente por materiales físicos como papel, cartón, pegamento y tintas de impresión. En sus inicios, se utilizaban papeles ligeros y cartulinas básicas que permitían crear mecanismos simples. Con el tiempo, se introdujeron papeles de mayor gramaje para dar mayor rigidez a las estructuras y mejorar la durabilidad del libro. Además, algunos diseñadores contemporáneos incorporan elementos adicionales como acetatos para simular vidrieras, papel metalizado para efectos de brillo, y troqueles precisos para generar formas más detalladas.

En cambio, los libros pop-up digitales se construyen utilizando herramientas de diseño 3D que permiten modelar objetos tridimensionales de forma precisa. Programas como Blender, Maya o After effects son fundamentales para este proceso. En lugar de cartón o papel, los elementos visuales se componen de mallas poligonales que se pueden manipular digitalmente. Las texturas sustituyen la impresión física y permiten imitar efectos como el envejecido del papel, el trazo de un pincel o el brillo del metal.

Estructura y mecánicas

En los libros pop-up tradicionales, las estructuras se basan en pliegues estratégicos que permiten que las figuras se eleven al pasar la página. Estas estructuras pueden adoptar diversas formas técnicas. En el formato digital, estos mecanismos son reemplazados por sistemas de animación basados en herramientas como rigging. Estos permiten simular el efecto de que una pieza salte o se pliegue como si se tratara de papel real. Además, el entorno digital permite agregar movimientos más complejos que serían difíciles de lograr físicamente, como rotaciones múltiples, transiciones suaves o deformaciones dinámicas.

Interacción del usuario

El modo en que el usuario interactúa con cada tipo de libro también presenta grandes diferencias.

- **Libros pop-up físicos:** El lector manipula directamente las páginas, pestañas y mecanismos con sus propias manos. Esta interacción táctil genera una experiencia sensorial que estimula la coordinación motriz, especialmente en niños.
- **Libros pop-up digitales:** El usuario emplea interfaces como el teclado, el ratón o la pantalla táctil para activar los elementos interactivos. Esto permite que la experiencia sea más flexible y ofrezca múltiples formas de explorar el contenido, como cambiar la perspectiva de la cámara, activar secuencias animadas o desbloquear elementos ocultos.

Esta diferencia marca un aspecto clave: mientras que el formato físico prioriza la experiencia táctil, el formato digital se enfoca en la inmersión visual y la interactividad.

Durabilidad y mantenimiento

Los libros pop-up tradicionales presentan limitaciones en cuanto a su durabilidad, ya que los elementos de papel pueden debilitarse con el tiempo o dañarse por un uso excesivo. Para disminuir este problema, algunos editores aplican técnicas como el laminado protector o el refuerzo de las pestañas móviles mediante cintas adhesivas transparentes.

Por otro lado, los libros pop-up digitales no sufren desgaste físico, pero dependen de la compatibilidad tecnológica. Un libro digital desarrollado para una versión concreta de un sistema operativo o programa puede volverse obsoleto si no se actualiza adecuadamente.

Costes de producción

El desarrollo de un libro pop-up físico implica un proceso artesanal que requiere precisión y habilidades técnicas avanzadas. La creación manual de cada prototipo, sumada a la necesidad de ensamblar a mano cada unidad, eleva considerablemente los costes de producción. Además, estos libros requieren materiales específicos y suelen implicar una impresión especial para lograr colores vivos y nítidos.

En cambio, los libros pop-up digitales pueden ser más económicos en ciertos casos, especialmente si se crean para plataformas digitales masivas. No obstante, la implementación

de animaciones complejas o interacciones avanzadas puede incrementar los costes significativamente.

Flexibilidad creativa

En el formato físico, los diseñadores deben respetar las limitaciones del papel, tanto en términos de peso como de tamaño y plegado. Esto restringe en cierta medida la complejidad de los elementos móviles.

Por el contrario, en el entorno digital, los creadores tienen una libertad artística mucho mayor. Pueden incorporar efectos visuales avanzados como iluminación dinámica, texturas animadas o elementos que cambian de forma según la interacción del usuario. Esta flexibilidad permite construir experiencias visuales imposibles de lograr en el formato físico.

Tabla comparativa ampliada

Aspecto	Libro pop-up físico	Libro pop-up digital
Materiales	Papel, cartón, tinta, pegamento	Modelado 3D, texturas 2D, iluminación digital
Estructura	Plegado manual, mecanismos físicos complejos	Animación mediante rigging y huesos digitales
Interacción	Manipulación manual directa	Control mediante teclado, ratón o pantalla táctil
Durabilidad	Frágil ante el uso repetido, puede desgastarse con el tiempo	Sostenible en el tiempo, pero dependiente del soporte digital
Costes de producción	Altos debido al trabajo artesanal y materiales especializados	Variables; puede ser económico o costoso según la complejidad del diseño
Flexibilidad creativa	Limitada por las restricciones físicas del papel	Muy amplia; permite efectos visuales avanzados y mayor dinamismo
Experiencia sensorial	Experiencia táctil directa que permite manipulación física	Experiencia visual inmersiva basada en interacciones digitales
Aplicaciones educativas	Útil para explicar conceptos físicos y promover habilidades motoras	Ideal para representar sistemas dinámicos y conceptos interactivos complejos

Aspecto	Libro pop-up físico	Libro pop-up digital
Accesibilidad	Requiere fabricación física y distribución tradicional	Puede distribuirse digitalmente a través de plataformas en línea

Tabla 1. Comparación de libros pop-up.

En conclusión, ambos formatos tienen sus propias fortalezas y desafíos. Los libros pop-up físicos destacan por su valor artístico, la experiencia táctil que ofrecen y el impacto emocional que generan gracias a sus mecanismos tridimensionales. En cambio, los libros pop-up digitales amplían las posibilidades narrativas mediante animaciones, efectos visuales avanzados y una mayor interactividad.

Mientras que los libros físicos son ideales para proyectos que buscan un enfoque artesanal y nostálgico, los digitales resultan especialmente eficaces para experiencias dinámicas, educativas e innovadoras. La elección entre ambos formatos dependerá del público objetivo, el propósito del proyecto y las herramientas disponibles para su desarrollo.

2.1.5 Texturizado 2D en modelos 3D

En los últimos años, el texturizado en animación 3D ha evolucionado hacia una estética que combina el estilo artesanal y la ilustración 2D. Mostrando texturas con pinceladas visibles, granulado, imperfecciones y rugosidad, llevando la ilustración digital hacia un mundo más orgánico e íntimo. Para romper con la representación naturalista y el realismo visual (Daniel Boulos, 2016).

Destacables ejemplos en los que podemos ver este estilo son títulos como *Arcane* (Netflix, 2021), *El Gato con Botas: El último deseo* (DreamWorks Animation, 2022) y *Spider-Man: Into the Spider-Verse* (Sony, 2018) en la cual muchas texturas se pintaron a mano a la manera impresionista. En palabras muy simples, sus productores definen su técnica como un 2D que se integra y dirige dentro del mundo volumétrico del 3D (Domestika, s.f).



Figura 12 El gato con botas: El último deseo

Esta tendencia nace de la necesidad de humanizar lo digital, evocando técnicas como la pintura tradicional, la acuarela o el graffiti, y consiguiendo sensaciones táctiles más cercanas. Además, aporta linealidad expresiva en personajes y ambientes, enfatizando el carácter emocional de las historias. Este enfoque ofrece ventajas narrativas: ayuda a distinguir los planos emocionales del relato, dota de calidez a los personajes y amplía la identidad visual del proyecto. Técnicamente, exige dominar software de texturización Substance Painter, Photoshop y crear mapas de color, rugosidad, normales y especulares que aporten volumen inmediato.

2.2 Referentes

El uso del formato pop-up en animación ha ganado relevancia por su capacidad de ofrecer transiciones narrativas visualmente impactantes. Esta técnica permite que elementos tridimensionales emerjan de forma sorprendente, capturando la atención del espectador y añadiendo dinamismo a la narrativa. Los ejemplos seleccionados muestran una amplia variedad de técnicas que se han aplicado en series, películas y videojuegos para crear mundos inspirados en papel o libros desplegados. A partir del análisis de estos referentes se pretende extraer recursos estéticos y técnicos que puedan aplicarse en el desarrollo del corto de animación 3D centrado en un libro pop-up. Además, se explorará cómo estos referentes pueden influir en el uso de la iluminación, texturas y narrativa visual.

2.2.1 Series

- ***Chowder* (2007) – Opening**

La secuencia de apertura de la serie *Chowder*, emitida por Cartoon Network y creada por C.H. Greenblatt, presenta un libro pop-up físico que se abre al inicio para revelar un escenario tridimensional en miniatura. Esta introducción imita fielmente la mecánica de los libros desplegables tradicionales, con ilustraciones planas que se levantan verticalmente para construir un entorno visualmente complejo y colorido.

Técnicas destacadas:

- Empleo de un libro pop-up real como recurso escenográfico en la introducción.
- Ilustraciones con contornos recortados y colores vibrantes que refuerzan la estética infantil y artesanal.
- Movimiento mecánico de las páginas y estructuras al abrir el libro, simulando el efecto sorpresa característico del formato.

Conexión con el proyecto: Este *opening* resulta especialmente inspirador por su uso literal de un libro pop-up como punto de partida visual y narrativo. Su aplicación en una serie de animación demuestra la eficacia de este formato para captar la atención del espectador. Además, el diseño plano de los elementos y su disposición en capas recuerda directamente a las estructuras que se están desarrollando para el cortometraje, por lo que puede servir como referencia tanto para la composición de las páginas como para la animación de su despliegue.

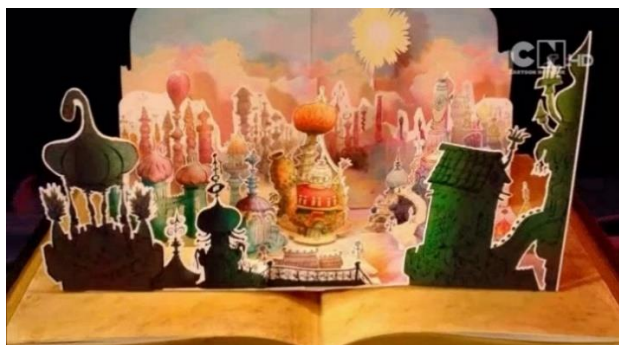


Figura 13 Opening Chowder

- ***Juego de Tronos (2011) - Opening***

La secuencia de apertura de *Juego de Tronos* fue desarrollada por el estudio Elastic, bajo la dirección creativa de Angus Wall y la dirección artística de Rob Fergus. Inspirada en los diseños mecánicos de Leonardo Da Vinci, esta introducción presenta un mapa tridimensional donde las ciudades y regiones emergen como maquetas móviles en un estilo similar a un libro pop-up.

Técnicas destacadas:

- Uso de mapas en formato pop-up para reflejar el dinamismo del mundo narrativo.
- Incorporación de texturas realistas trabajadas en programas de edición de imágenes.
- Empleo de un diseño mecánico para representar el cambio constante en los territorios de la serie.

Conexión con el proyecto: inspira especialmente el uso de elementos que emergen desde el suelo como si fueran mecanismos articulados, ya que podría aplicarse para que ciertos elementos clave del corto se desplieguen de esta forma. Además, el uso de texturas detalladas para imitar materiales reales contribuiría a que el libro pop-up luzca más creíble.



Figura 14 Opening Juego de Tronos

- ***La Promesa (2023) - Opening***

La cabecera de la serie *La Promesa*, emitida por RTVE, fue diseñada en formato pop-up, donde los elementos visuales emergen como si fueran parte de un libro desplegable. Esta técnica se utilizó para evocar un estilo clásico y artístico, creando una presentación visualmente atractiva que conecta con la estética de la serie.

Técnicas destacadas:

- Uso de ilustraciones tridimensionales para simular elementos de papel.

- Despliegue progresivo de escenarios para narrar visualmente el contexto histórico de la serie.

Conexión con el proyecto: la combinación de ilustraciones clásicas con un despliegue de elementos puede inspirar el ritmo narrativo del corto, ayudando a que el libro pop-up actúe como recurso narrativo que va revelando elementos importantes de la historia. Al igual que el uso de colores vibrantes se puede tomar como referencia para la paleta de colores.



Figura 15 Cabecera La Promesa

2.2.2 Películas

- ***Paddington 2 (2017)***

En *Paddington 2*, el estudio Framestore fue responsable de la secuencia del libro pop-up, bajo la supervisión de Andy Kind y Dale Newton. Para esta escena se crearon maquetas físicas por el ingeniero de papel David Hawcock, lo que permitió definir cómo se comportarían los elementos de papel en el entorno digital. Se utilizó Nuke para integrar a los personajes en la escena.

Técnicas destacadas:

- Uso de maquetas físicas como referencia para la animación 3D.
- Desarrollo de rigs especializados para simular los pliegues del papel.
- Composición digital mediante *NUKE* para lograr una integración creíble.

Conexión con el proyecto: resulta especialmente interesante el uso de maquetas reales como referencia visual, ya que permite comprender mejor la física del papel y su comportamiento al desplegarse. Esto puede ayudar a que el corto tenga una representación más precisa del formato

pop-up. También, destacan mucho los movimientos de cámara, pudiéndolos tomar como ejemplo y, de esta manera, crear más profundidad y dinamismo.



Figura 16 Paddington 2

- ***The Little Prince (2015)***

En la película *The Little Prince* se incluyeron varias secuencias animadas en las que se utilizaron figuras de papel para recrear personajes y entornos. Estas escenas fueron desarrolladas por el equipo de Mark Osborne, utilizando técnicas de animación *stop-motion* combinadas con *CGI* para dar vida a las texturas y movimientos del papel.

Técnicas destacadas:

- Uso de papel real para modelar los personajes antes de su digitalización.
- Aplicación de texturas en CGI que replican el aspecto del papel cortado y doblado.
- Animación con movimientos limitados para imitar la fisicidad del papel.

Conexión con el proyecto: es especialmente interesante el uso de texturas en CGI que simulan el papel artesanal, ya que en el proyecto se busca que el libro pop-up tenga una apariencia realista y tradicional. Además, esa combinación de estilos de papel resulta bastante atractiva, pudiéndola tomar como referencia para la creación del libro pop-up.



Figura 17 The little prince

2.2.3 Videojuegos

- ***Tearaway (2013)***

El videojuego *Tearaway*, desarrollado por Media Molecule, cuenta con un estilo visual que emula un mundo de papel, bajo la dirección creativa de Rex Crowle. Para lograr este efecto se realizaron prototipos físicos de papel antes de la implementación digital, replicando las texturas y movimientos característicos del material.

Técnicas destacadas:

- Desarrollo de prototipos en papel para mejorar la fidelidad visual del entorno.
- Programación de algoritmos que simulan el comportamiento del papel al ser doblado, rasgado o manipulado.

Conexión con el proyecto: el nivel de detalle logrado en la simulación del papel es una gran referencia para el proyecto. Se desea aplicar efectos similares para que el libro pop-up transmita una sensación de materialidad realista, así como tomar de referencia las animaciones que tienen los papeles; por ejemplo, las alfombras que se despliegan como una hoja de papel, pudiéndose recrear de similar manera en el corto.



Figura 18 Teraway

- ***Paper Mario (2000)***

La serie *Paper Mario*, desarrollada por Intelligent Systems bajo la dirección artística de Naohiko Aoyama y Masahiko Nagaya, se caracteriza por una estética basada en figuras de papel animadas en un entorno tridimensional.

Técnicas destacadas:

- Uso de sombreado plano para imitar el aspecto de figuras recortadas en papel.
- Empleo de animaciones que simulan pliegues y despliegues para potenciar la sensación de estar dentro de un libro pop-up.

Conexión con el proyecto: inspira especialmente la combinación del estilo visual plano con las animaciones fluidas, ya que podría integrarse para que las páginas del libro pop-up se desplieguen de forma atractiva y visualmente coherente. De tal manera, se puede tomar como referencia el estilo y la forma de los escenarios realizados en 3D con esa estética de papeles 2D, para la creación de los escenarios.



Figura 19 Paper Mario

2.2.4 Ilustradores

- **Amelicart**

Amelicart es un ilustrador japonés de renombre internacional, conocido por su estilo accesible y expresividad. Su obra abarca videojuegos, merchandising, publicidad y más, colaborando con marcas de propiedad intelectual de renombre mundial. Reconocido tanto en Japón como a nivel mundial por su trabajo de alta calidad. (Amelicart, 2018)

Técnicas destacadas:

- Estilo marcado y diferenciador
- Figura creando pequeños mundos con narrativa propia.

Conexión con el proyecto: Amelicart resulta especialmente relevante como referente por su forma de tratar el papel como espacio narrativo. Sus composiciones, que parecen pequeñas

escenografías emergentes, son una clara inspiración para el diseño visual del cortometraje, sobre todo por el estilo de la pinceladas, asemejándose al de las ceras o acuarelas.



Figura 20 Amelicart

- **Julia Yus**

Julia Yus es una ilustradora y diseñadora gráfica especializada en libros desplegables que combinan técnicas tradicionales de papel con una estética contemporánea. Su trabajo destaca por la creación de libros pop-up completamente artesanales, donde cada escena se despliega como un escenario tridimensional cuidadosamente construido.

Técnicas destacadas:

- Uso de estructuras pop-up complejas construidas a mano con materiales tradicionales.
- Ilustraciones de estilo delicado, con colores suaves y líneas expresivas que refuerzan el tono emocional de la historia.
- Incorporación de técnicas mixtas (papel recortado, collage y troquelado) que aportan texturas y volumen a cada escena.

Conexión con el proyecto: Julia Yus resulta una gran inspiración por su enfoque artesanal del diseño pop-up y su dominio de las estructuras de papel. Su capacidad para narrar a través del volumen y del movimiento visual es muy relevante para el desarrollo del cortometraje, especialmente en la construcción de escenas desplegables con un fuerte componente emocional.



Figura 21 Julia Yus

2.2.5 Videos de YouTube

- **Pop up book animation**

Este vídeo muestra una animación digital inspirada en un libro pop-up. Los elementos se despliegan desde las páginas del libro de forma progresiva, combinando una estética 3D sencilla con una narrativa visual. El resultado es una pieza que simula la mecánica de un libro pop-up físico, respetando los pliegues y la disposición en planos superpuestos.

Técnicas destacadas:

- Simulación 3D de pliegues y mecanismos típicos de los libros pop-up físicos.
- Movimiento secuencial de los elementos al ritmo del paso de páginas, respetando la lógica del formato desplegable.

Conexión con el proyecto: este vídeo es un claro ejemplo de cómo llevar al entorno digital la lógica estructural de un libro físico. Sirve como inspiración para el diseño de las páginas del cortometraje, en especial en lo que respecta al ritmo del despliegue y al movimiento conjunto de los elementos visuales.



Figura 22 Libro pop-up Youtube

- **Pop-Up Book v3 for After Effects | Trailer**

En este cortometraje animado, representa un libro pop-up. Las animaciones son fluidas y respetan el comportamiento natural del papel, lo que le da una sensación muy orgánica. Además, incluye movimientos de cámara y pequeñas animaciones de los personajes en escena.

Técnicas destacadas:

- Movimiento fluido de elementos que recuerdan a los mecanismos reales de los libros desplegables.
- Uso de capas para crear profundidad y dinamismo sin romper la ilusión de estar frente a un libro físico.

Conexión con el proyecto: este trabajo resulta especialmente útil como referencia por la manera en la que los elementos emergen a medida que se despliega. Además, los movimientos de cámara que emplean pueden servir de referencia para incluir cosas similares en el proyecto.

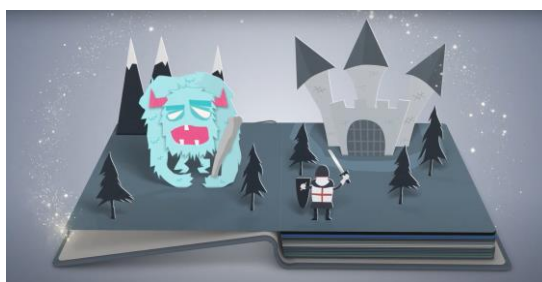


Figura 23 Libro Pop-up 2 Youtube

2.2.6 Tutoriales

- **Book Rig in Depth, Blender - Parte 1 y 2**

Este tutorial en dos partes, creado por el canal *Peter Aversten*, ofrece una guía completa sobre cómo *riggear* un sistema de libro pop-up en Blender. A lo largo del vídeo se explica detalladamente el proceso para crear un esqueleto funcional que permita simular el movimiento de las páginas y las estructuras emergentes mediante huesos y controladores, así como su correcta sincronización.

Técnicas destacadas:

- Uso de *constraints* para simular el pliegue de las páginas.
- Implementación de huesos secundarios para estructuras internas emergentes.
- Organización jerárquica del rig que permite controlar todo el libro con movimientos básicos.

Conexión con el proyecto: este tutorial ha sido especialmente útil en la etapa de rigging del libro, sirviendo como referencia técnica para construir los esqueletos digitales que permiten la animación de los mecanismos desplegables.

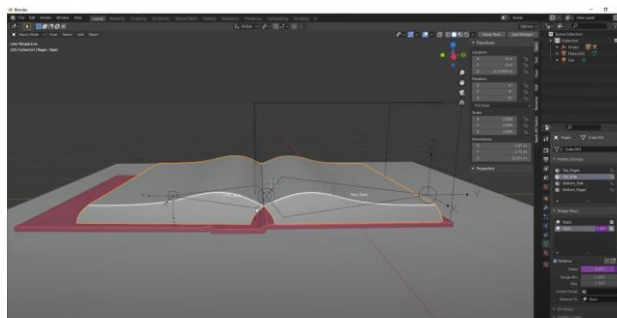


Figura 24 Tutorial Rig en blender

- **Modeling & Rigging a Book in Maya - Time Lapse**

En este vídeo, el creador muestra como riggear en maya cada una de las páginas de un libro. Acompañado de una explicación sobre el proceso de modelado y animación. Aunque no se trata de un tutorial paso a paso, ya que es un time lapse sirve para identificar los procesos a llevar a cabo.

Técnicas destacadas:

- Representación precisa del comportamiento del papel en un entorno digital.
- Transiciones suaves entre páginas, con despliegues mecánicos sincronizados.

Conexión con el proyecto: al igual que el tutorial anterior, este recurso resulta útil como referencia para la creación del *rig* necesario para animar las páginas. Su utilidad es aún mayor al estar desarrollado en Autodesk Maya, que es el software empleado en el presente proyecto.

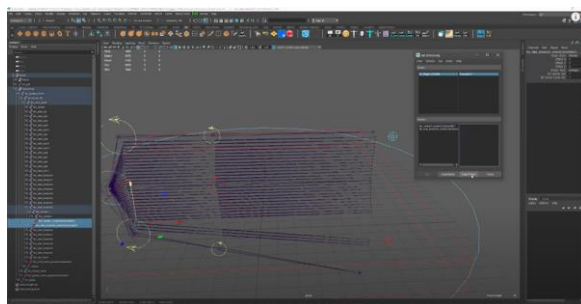


Figura 25 Tutorial rig en Maya

- **The Pop-Up Channel**

Este canal recopila una amplia variedad de tutoriales sobre técnicas de ingeniería del papel, desde estructuras básicas hasta mecanismos avanzados. Aunque los contenidos están orientados al formato físico, su valor técnico es aplicable a la animación digital.

Técnicas destacadas:

- Explicaciones claras sobre el montaje y lógica de cada tipo de mecanismo.
- Desglose visual de la construcción paso a paso.
- Modelos que pueden ser fácilmente adaptados a entornos tridimensionales.

Conexión con el proyecto: muchos de los mecanismos explicados en este canal fueron esenciales para entender el funcionamiento real del papel, sirviendo como base para la construcción de las animaciones en 3D. Algunos vídeos vistos pueden servir como referencia para la creación de ciertas páginas del libro animado.

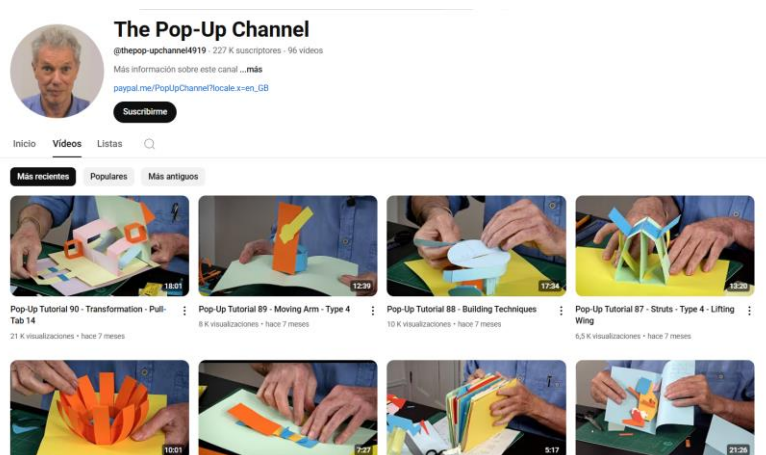


Figura 26 Canal tutoriales pop-up

Capítulo 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Planificación del proyecto

La correcta planificación del proyecto ha sido fundamental para poder abordar con éxito tanto la producción del cortometraje como la investigación asociada a la creación de libros pop – up en formato digital 3D. Desde una etapa temprana, se estableció un cronograma estructurado en cuatro bloques principales: preproducción, producción, postproducción y documentación. Cada uno de ellos contiene actividades específicas, que se definieron y programaron en función de los requerimientos técnicos y narrativos del proyecto.

La duración y orden de las tareas están recogidas en el diagrama de Gantt que se elaboró previamente y que ha servido como base para organizar el trabajo. La estructura de este diagrama se logró con Excel (ver Anexo I: Diagrama de Gantt). Sin embargo, algunas de las fechas marcadas se tuvieron que retrasar debido a ciertas dificultades que fueron surgiendo en la elaboración del proyecto.

Durante la preproducción, el objetivo fue sentar las bases conceptuales y narrativas del proyecto. Se trabajó en el desarrollo del guion literario, en el diseño visual de escenarios y *props*, y en la elaboración del *storyboard* y animática, que sirvieron como guía narrativa y de ritmo para el corto. Durante este primer bloque también se llevó a cabo una de las fases más importantes, la investigación. Durante los primeros meses se hizo una exhausta búsqueda tanto de referentes a nivel artístico y conceptual, como a nivel técnico y teórico. Tratando de obtener la máxima información posible sobre los libros pop-up tradicionales, ejemplos y funcionamiento. Y buscando trabajos de otras personas sobre libros y libros pop-up creados en 3D.

En la fase de producción, se abordó el modelado 3D de todos los elementos, así como el texturizado, siendo este realizado manualmente en 2D. Posteriormente se implementó el rigging, la animación y el trabajo con cámaras, efectos y sistemas de iluminación y finalmente el renderizado. Esta fase implicó un nivel alto de complejidad técnica, sobre todo al crear un libro pop-up en 3D con mecanismos realistas y expresivos.

En postproducción, se integraron los elementos visuales con el montaje sonoro: se ensambló la *voz en off*, se diseñaron los subtítulos, se aplicaron correcciones de color y se exportó el corto en su versión final. Paralelamente, se ha ido trabajando en la documentación del proyecto, recopilando los avances, anotando decisiones técnicas y narrativas, dificultades y toda la investigación encontrada a lo largo del proceso.

3.2 Descripción de la solución, metodologías y herramientas empleadas

El proyecto desarrollado consiste en la creación de un cortometraje animado que busca tratar de pasar los libros pop-up a un formato 3D, de manera que cautiven al espectador como lo hacen los libros tradicionales y cuenten la historia de una manera más emotiva y creativa. Además, combina técnicas de modelado 3D y texturizado 2D dando un enfoque más personal y artístico.

3.2.1 Preproducción

La fase de preproducción ha sido una etapa crucial para asentar los pilares narrativos, visuales y técnicos del proyecto. Durante este proceso inicial se estructuró la historia, se definió la estética general de la obra y se investigó todo lo necesario para un correcto desarrollo del proyecto.

Todo comenzó con la elaboración del guion literario, pieza fundamental que sirvió como base narrativa para desarrollar el resto del proyecto. Este documento permitió construir un relato coherente, emocionalmente cargado y estructurado, que guio tanto las decisiones creativas como las técnicas a lo largo de la producción. A partir de él, se elaboró también el guion técnico, herramienta indispensable para trasladar la narrativa al lenguaje visual. En él se especificaron aspectos como tipo de planos, movimientos de cámara, duración de las tomas, ritmo narrativo y transiciones entre escenas.

Una vez asentada la base narrativa, se inició el desarrollo del storyboard, una representación gráfica de las principales escenas del cortometraje. Esta herramienta permitió ver de forma visual todo lo pensado en el guion y así marcar la composición, encuadre y continuidad. Posteriormente se creó una animática, que consistió en una secuencia de imágenes obtenidas de internet junto con unos audios grabados de la voz en off y la melodía creada para el proyecto. Esta pieza fue clave para simular la estructura temporal del cortometraje antes de entrar en la producción 3D, permitiendo establecer la duración de las escenas, la sincronización con la narración en off y el impacto emocional del montaje.

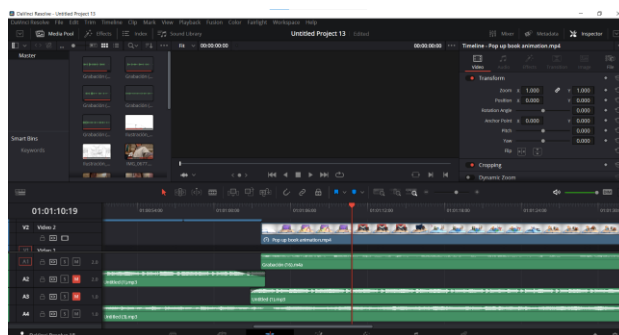


Figura 27 Animática

Al mismo tiempo, se comenzó a trabajar en el desarrollo del estilo visual del proyecto. Este proceso arrancó con una fase de búsqueda de referencias, que posteriormente dio lugar a la creación de un *moodboard* general. Todo el trabajo se organizó en tres bloques principales:

1. **Búsqueda de referencias para las páginas del libro**, con el objetivo de definir qué aparecería en cada página y cómo representar visualmente cada escena. Se buscó traducir de manera clara y coherente la narración en off a través de dibujos y siluetas simples, manteniendo el estilo tradicional de los libros pop-up.
2. **Investigación de texturas 2D**, centrada en encontrar ejemplos de ilustraciones o películas que utilizaran un estilo similar al deseado, con el fin de orientar el acabado visual.
3. **Recopilación de referencias para los elementos de la buhardilla**, considerando tanto la ambientación como los objetos clave del escenario.

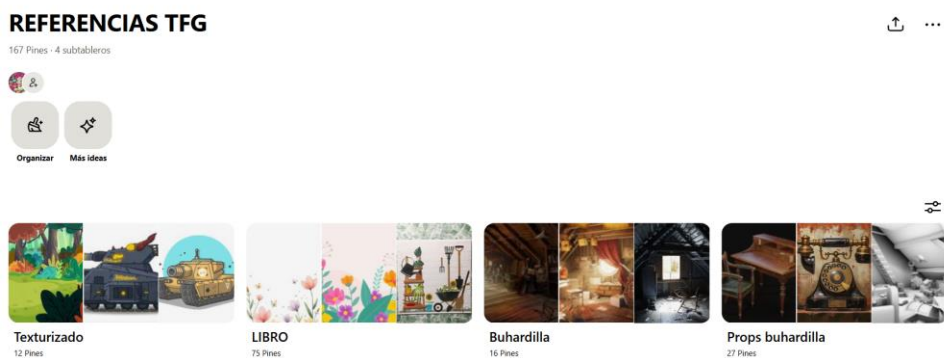


Figura 28 Referencias

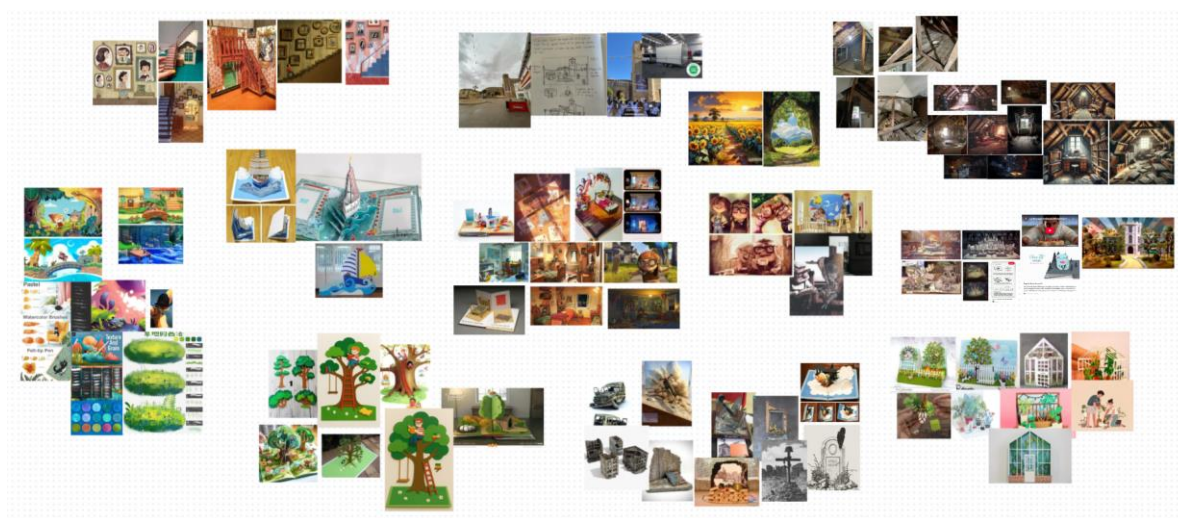


Figura 29 Moodboard

Investigación

La investigación desempeñó un papel esencial en este proyecto, no solo como punto de partida para recopilar referencias visuales y ejemplos, sino especialmente para adquirir los conocimientos técnicos necesarios para afrontar un desafío completamente nuevo: la creación de un libro pop-up funcional en un entorno 3D. A lo largo de la carrera no se abordan específicamente este tipo de mecánicas, por lo que fue indispensable emprender un proceso de autoaprendizaje desde cero, abarcando tanto los fundamentos del diseño de libros pop-up tradicionales como las técnicas de *rigging* necesarias para simular su funcionamiento en formato digital.

El proceso comenzó con una inmersión en los libros pop-up físicos, que sirvieron como base conceptual para entender sus mecanismos y aplicaciones narrativas. Para ello, se emplearon ejemplares físicos de libros desplegados que estaban a disposición como material de estudio, se analizaron de forma minuciosa: abriéndolos y cerrándolos repetidamente, observando con atención cómo se desplegaban las diferentes estructuras al pasar las páginas. Se pudieron identificar distintos tipos de mecanismos: algunos creaban escenarios completos, otros generaban objetos tridimensionales o personajes, y algunos combinaban elementos móviles con deslizamientos, pestañas y pliegues para expandir el espacio o modificar la escena. Este ejercicio no solo permitió la familiarización con sus principios físicos, sino que también sirvió como inspiración para decidir qué mecanismos podría utilizar en el proyecto.

Tras esa primera fase, se comenzó a tratar de comprender el funcionamiento técnico de los mecanismos pop-up. Para ello, se consultaron tutoriales en vídeo, libros especializados y blogs de ingeniería en papel. En paralelo, se elaboraron pequeñas maquetas físicas de prueba, replicando los movimientos más comunes de los libros pop-up (pliegues en V, lengüetas, cortes diagonales, etc.), lo que permitió interiorizar cómo se comporta el papel, cómo interactúan sus fuerzas, y qué tipo de estructura se esconde detrás de cada efecto visual. Esta experimentación fue clave para prever cómo simular posteriormente estas mecánicas mediante *rigging*.

Con una base más sólida sobre el formato tradicional, se dio el siguiente paso: comprender cómo se implementan estos principios en entornos 3D. Antes de plantear modelar directamente un libro pop-up, la investigación se centró en entender el comportamiento de un libro convencional digital: cómo modelar una cubierta, cómo *riggear* páginas para que se abran y cierren suavemente, y cómo controlar estos movimientos de manera intuitiva mediante controladores. Para ello, se recurrió a diversos tutoriales sobre creación de libros animados en Blender y Maya, además de investigar sistemas de *rigging* aplicados a superficies delgadas como papel. También se estudiaron ejemplos de origami digital o *rigging* de aviones de papel, ya que aportaban soluciones interesantes para representar dobleces complejos y transiciones entre planos.

Una vez dominado el rig básico de un libro, se comenzó a explorar ejemplos concretos de libros pop-up ya digitalizados. Si bien se encontraron algunos tutoriales útiles en Blender y After Effects, la mayoría eran algo antiguos o presentaban resultados demasiado simples y poco realistas. Algunos contenían movimientos visualmente atractivos pero inverosímiles desde la

lógica estructural del papel real, lo cual se alejaba del objetivo de este proyecto: crear libros pop-up digitales que, aunque animados, pudieran funcionar también en un formato físico. Aun así, se recopilaban una serie de recursos valiosos que ayudaron a determinar qué técnicas adoptar, cuáles adaptar y cuáles descartar.

Pruebas

La etapa final de la investigación consistió en probar técnicamente las soluciones ideadas. Para ello, se llevaron a cabo diversas pruebas en Maya, centradas en replicar la apertura y el despliegue de las páginas, así como la aparición progresiva de elementos.

Páginas del libro

Uno de los primeros retos fue animar las páginas de un libro: se modeló un plano dividido en dos mitades controladas por dos *joints*, cada uno afectando a una mitad del plano y cada *joint* tenía su propio controlador. La animación simulaba una apertura realista del libro: desde el cierre total con una rotación de -180° en una página, pasando por una posición abierta con ambas páginas alineadas, hasta la rotación opuesta para cerrar el libro por el lado derecho.

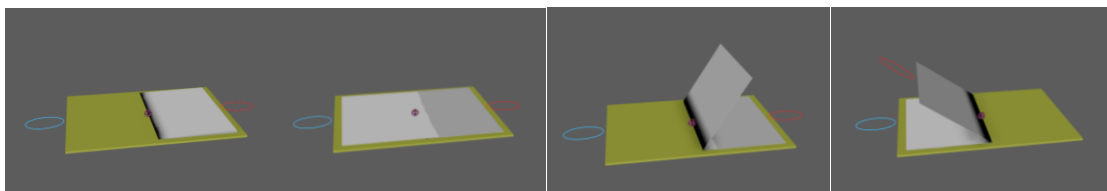


Figura 30 Prueba páginas Maya

Planos levantados

Con el sistema de apertura de las páginas ya funcionando, el siguiente paso fue lograr que, al abrirse, comenzaran a aparecer los distintos objetos y planos dentro del libro. Se comenzó por los elementos más sencillos, así como los llamados “planos levantados”, que representan objetos tumbados entre las páginas cuando el libro está cerrado, y que se elevan progresivamente al abrirse, revelando así su forma. Para su implementación, se utilizó un *joint* en la base del objeto y se configuraron dos controladores: uno vinculado directamente al controlador de la página, y otro como hijo de este, encargado de levantar el plano en el momento adecuado. Esta configuración permite que el elemento se despliegue de forma sincronizada con el movimiento de la página, reproduciendo fielmente el efecto de un libro pop-

up. Una vez resueltos estos casos simples, continué con la integración de elementos más complejos.

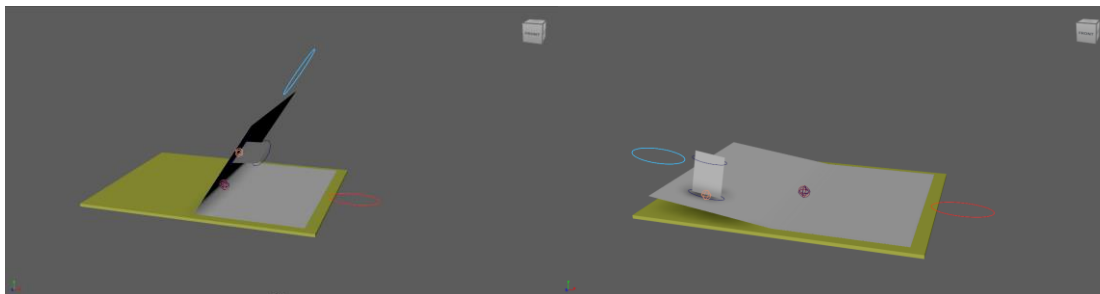


Figura 31 Prueba plano levantado Maya

Paredes

Después, se abordó la construcción de los elementos tipo “pared”, que corresponden a planos verticales ubicados entre ambas páginas del libro. Su funcionamiento requiere de dos *joints*, cada uno asignado a una mitad del plano (izquierda y derecha), y controlado de forma independiente mediante sus respectivos controladores. Estos permiten plegar cada lado del plano hasta 180°, simulando el comportamiento de una estructura que se abre o cierra al ritmo del libro. Para garantizar su correcta orientación dentro del espacio tridimensional del libro, el plano completo necesita ser rotado 90° hacia delante o hacia atrás. Para ello, se añadió un tercer controlador, que actúa como padre de los otros dos, permitiendo gestionar la rotación general del conjunto y asegurando así su alineación y despliegue adecuados durante la animación. Estos controladores no van emparentados con los controladores de las páginas, pero se mueven al mismo tiempo que ellas para simular que sí lo están y así no se pierda el efecto de libro pop-up.

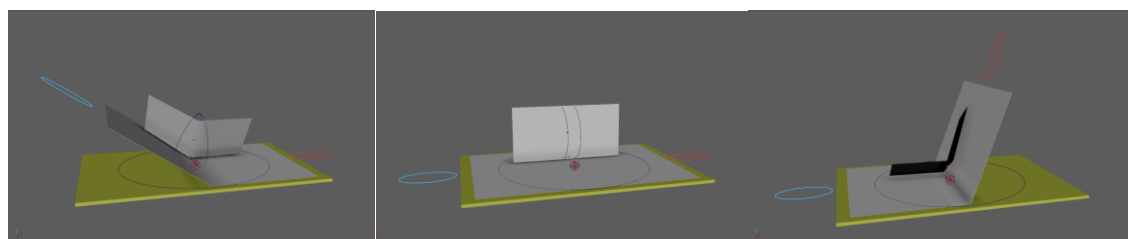


Figura 32 Prueba plano pared Maya

Paso de páginas

Una vez resuelto el problema de cómo construir el mecanismo de apertura de una única página pop-up, es decir, cómo hacer que los desplegables emergieran al abrir la página, el siguiente desafío consistía en averiguar cómo combinar varias de estas páginas para formar un libro completo. El objetivo era que, al pasar de una página a otra, los elementos correspondientes se

activaran de manera secuencial y coherente, reproduciendo la experiencia real de lectura en un libro físico.

Desde el inicio, esta fase se percibía como compleja. Cada página contenía al menos cuatro controladores, además de una considerable cantidad de geometría que debía permanecer oculta mientras no estuviera en uso. Había que buscar la manera de que, al cerrar una página, se activara la siguiente con sus correspondientes elementos desplegables.

Con ese fin, se realizaron diversas pruebas basadas tanto en ideas propias como en referencias visuales recogidas durante la fase de documentación.

1. Primera prueba: un único plano por página

La primera aproximación se inspiró en una referencia visual extraída de un vídeo. En este ejemplo, se observó que cada página se representaba mediante un único plano independiente que se animaba para simular el paso de página.

Siguiendo esta idea, se procedió a modelar las tapas del libro, que se mantendrían constantes a lo largo de todas las pruebas para aportar cohesión visual. Luego se añadieron tres rectángulos delgados, dispuestos uno sobre otro, simulando las páginas. Fue importante utilizar geometría con volumen (rectángulos muy delgados en lugar de simples planos), ya que los planos tienen una sola cara visible; al girarlos, el reverso aparece negro, lo cual resultaba visualmente incorrecto.

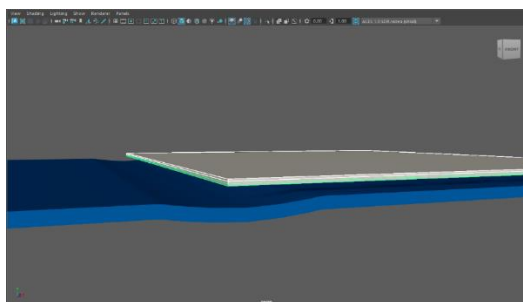


Figura 33 Rectángulos uno sobre otro

A cada una de estas páginas se le asignó un *joint* en la base, y su rotación se animó individualmente. Si bien esta solución era funcional, se detectaron limitaciones importantes: el aspecto general resultaba poco realista, ya que las páginas parecían elementos independientes sin cohesión entre sí, y en algunos puntos se solapaban entre ellas. Aunque estas imperfecciones solo eran perceptibles en planos cercanos, la solución no resultó satisfactoria.

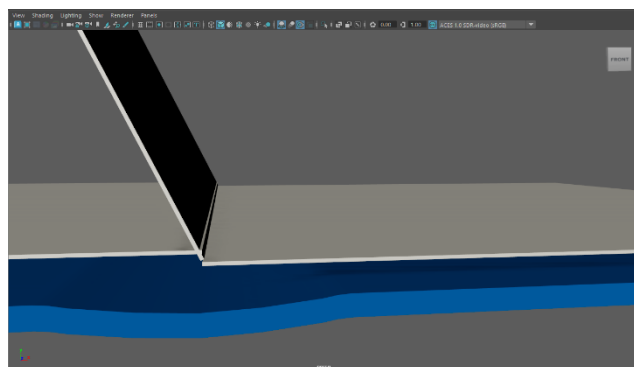


Figura 34 Resultado primera prueba

2. Segunda prueba: planos divididos

Con el objetivo de mejorar la continuidad entre páginas, se ensayó una segunda opción. En este caso, en lugar de utilizar un único plano por página, se duplicó la geometría para formar un rectángulo más ancho, que posteriormente se dividía en dos mitades, simulando dos páginas unidas.

Cada mitad estaba controlada por un *joint* independiente, permitiendo así su animación por separado. De este modo, mientras una página completaba su movimiento de apertura, la siguiente podía comenzar el suyo. Esto mejoró la fluidez de la animación y redujo el efecto de separación entre páginas consecutivas.

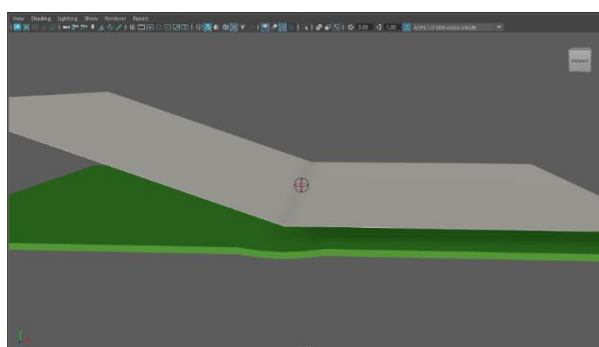


Figura 35 Rectángulos más anchos

Sin embargo, al añadir más páginas al conjunto, reaparecieron algunos de los problemas anteriores. Aunque las páginas estaban unidas de dos en dos, al cambiar a las siguientes dos se notaba una ligera separación entre los conjuntos geométricos. Esta discontinuidad solo era visible en planos muy cercanos, pero se decidió continuar explorando otras opciones para perfeccionar el sistema.

3. Tercera prueba: dobles páginas sincronizadas

Finalmente, se analizó otra referencia en la que cada página estaba compuesta por un único plano doblado, que actuaba de forma sincronizada con el siguiente. Es decir, la parte derecha de una página se animaba al mismo tiempo que la parte izquierda de la siguiente, creando así una sensación de continuidad total.

Aplicando los conocimientos adquiridos en las pruebas anteriores, se ajustó la animación para que la parte izquierda del segundo plano se moviera simultáneamente con la parte derecha del primero, y así sucesivamente con todas las páginas siguientes. Cada plano se mantuvo como una geometría delgada dividida en dos mitades, cada una con su propio *joint*, lo cual facilitó este movimiento sincronizado.

Este sistema permitió eliminar completamente los huecos y las discontinuidades entre páginas, ofreciendo una solución visualmente coherente y mucho más próxima al funcionamiento de un libro real. Con esta última prueba se concluyó el desarrollo del mecanismo de paso de páginas para el libro pop-up virtual.

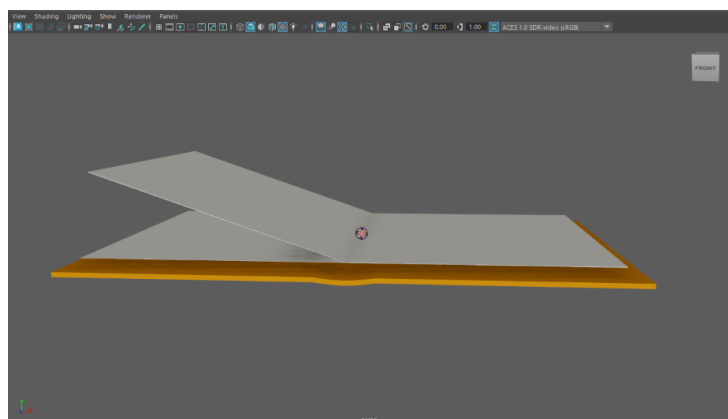


Figura 36 Páginas sincronizadas

Estas pruebas fueron fundamentales para determinar tanto las limitaciones como las posibilidades de las herramientas 3D aplicadas a este formato narrativo. Permitieron entender la lógica detrás del movimiento de cada plano y cada página. Pudiendo establecer un sistema replicable para diseñar las páginas finales del libro digital.

En conclusión, la fase de preproducción no solo ayudó a establecer de forma precisa la identidad visual y el enfoque narrativo del proyecto, sino que también contribuyó a estructurar el

desarrollo del trabajo de manera más ordenada, permitiendo prever obstáculos técnicos y garantizando la coherencia entre todas las etapas del proceso.

3.2.2 Producción

La fase de producción es la más extensa, donde todas las ideas, decisiones estéticas y soluciones técnicas desarrolladas durante la preproducción comenzaron a materializarse en forma de elementos visuales y narrativos. A diferencia de la investigación y conceptualización previa, esta etapa exigió una dedicación constante a la ejecución técnica y al trabajo detallado sobre cada componente del cortometraje.

La producción se dividió en dos grandes bloques diferenciados: por un lado, las secuencias correspondientes al libro pop-up, siendo éstas las más extensas e importantes del proyecto y por otro, las escenas desarrolladas en la buhardilla. Desde el principio, se decidió dar prioridad absoluta al primer bloque, no solo por su peso narrativo dentro del cortometraje, sino también porque constituía el mayor reto técnico y visual del proyecto. El libro pop-up no solo funciona como un recurso estético, sino también como el dispositivo simbólico central en torno al cual gira la historia, ya que representa la memoria visual del anciano.

Desarrollo del libro pop-up

Una vez concluida la fase de investigación y documentación, se dio inicio al diseño visual de las páginas del libro. Esta etapa comenzó con la elaboración de múltiples bocetos para cada escena del libro, los cuales fueron seleccionados atendiendo a tres criterios principales: su coherencia con el contenido de la voz en off, su viabilidad técnica en cuanto a animación y *rigging*, y su atractivo visual o valor estético. Se buscaba no solo que cada diseño funcionara correctamente a nivel estructural, sino que también resultara visualmente llamativo y reforzara el carácter poético del conjunto. Cada página debía reflejar un recuerdo o momento específico, por lo que el diseño de sus elementos debía estar cuidadosamente coordinado con el ritmo narrativo y emocional del relato.

Durante el diseño de cada página no solo se trabajó en su apariencia estética, sino también en su composición tridimensional. Se planificaron cuidadosamente los movimientos de cámara, las angulaciones y las posibles transiciones, teniendo siempre en mente la sensación de despliegue físico que caracteriza a los libros pop-up reales. Se analizaron diferentes recursos mecánicos propios del formato tradicional, como lengüetas, solapas, pliegues escalonados, plataformas abatibles y mecanismos de rotación, adaptándolos al entorno 3D para lograr efectos creíbles y emocionalmente impactantes. Asimismo, se valoró la posibilidad de añadir elementos móviles

adicionales como puertas que se abren, personajes que se desplazan mediante tiradores o escenarios que se expanden conforme avanza la narración.

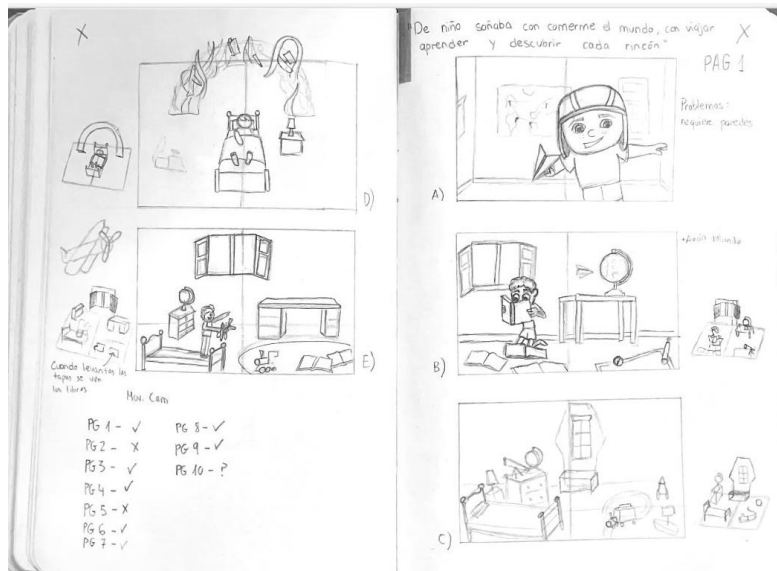


Figura 37 Concept página 1

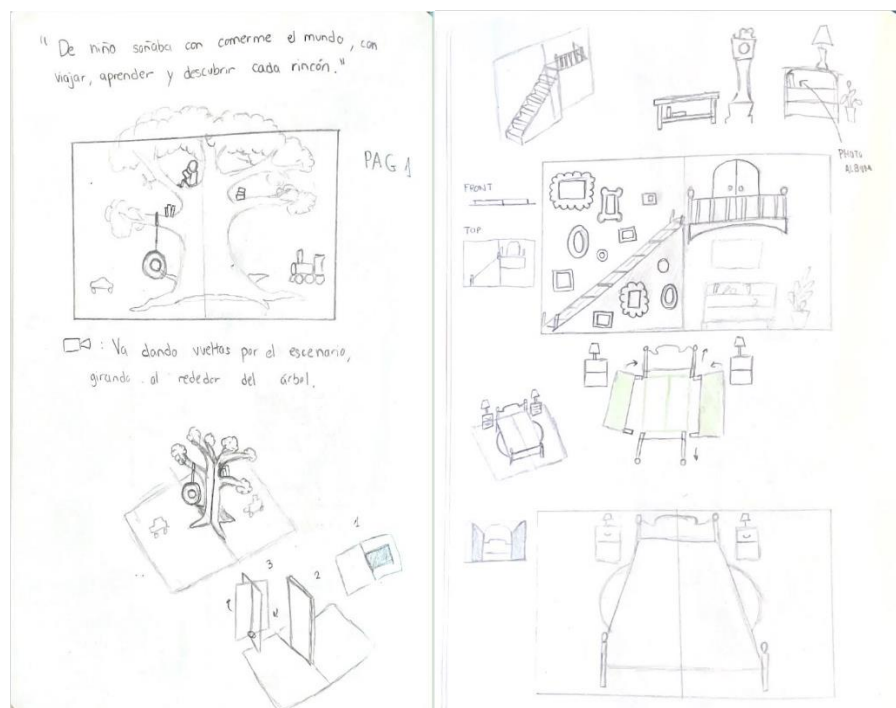


Figura 38 Concepts paginas 1, 6 y 7

Modelado de las páginas

Una vez definidos todos los diseños, se procedió al modelado de cada una de las páginas y sus respectivos elementos. Este proceso, aunque relativamente simple a nivel técnico, fue especialmente laborioso debido a la cantidad de elementos y a la atención al detalle que requería cada uno. La mayoría de las estructuras estaban compuestas por planos, pero debían ser manipulados vértice a vértice para lograr las formas de los objetos deseados.



Figura 39 Render Página 1

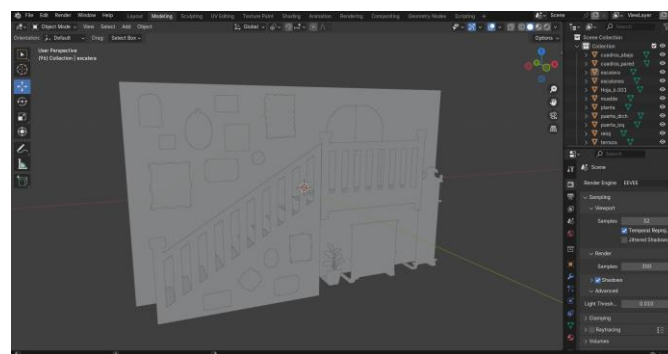


Figura 40 Ventana blender página 6

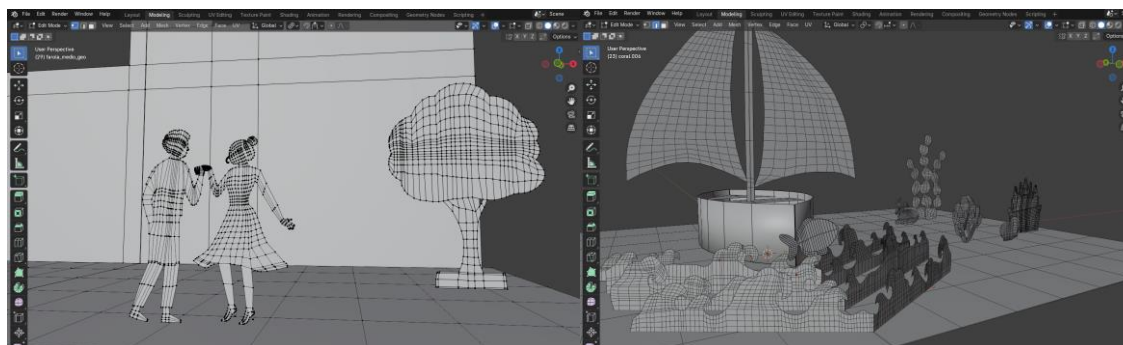


Figura 41 Detalles vértices página 3 y 4

Rigging

Una vez completado el modelado y el mapeado de *UVs*, se abordó el *rigging*. Esta parte del proceso consistió en dotar a cada uno de los elementos del libro pop-up de un esqueleto digital mediante *joints* y controladores que les permitiera plegarse, desplegarse y moverse en sincronía con la apertura de las páginas, simulando el comportamiento mecánico de un libro físico.

Gracias a la investigación previa y a las pruebas realizadas durante la fase de preproducción, se logró implementar una serie de *rigs* eficaces para los distintos mecanismos pop-up. Cada página incluía múltiples puntos de articulación, y en muchos casos fue necesario aplicar *constraints* para vincular el movimiento de los elementos internos al controlador principal de la página. Esto aseguraba que, al abrir o cerrar la página, los planos emergieran o se replegaran automáticamente de forma coherente.

Aunque la técnica no requería de un alto nivel de dificultad, sí demandaba una enorme atención al detalle y una metodología sistemática. Cada controlador debía estar correctamente emparentado, cada peso distribuido con precisión, y cada movimiento probado en bucle para asegurar que no se generaban errores de colisión o deformaciones no deseadas.

Bien es cierto, que ayudó a la simplicidad del proyecto, que casi todos los objetos emergían de la misma manera. En su mayoría, estos consistían en planos que se elevaban o se comportaban como paredes que se plegaban y rotaban, siguiendo patrones ya establecidos. Gracias a la investigación previa, se disponía de un conocimiento claro sobre cómo riggear y animar estos objetos, por lo que su implementación pudo realizarse de forma progresiva en cada una de las páginas del libro.

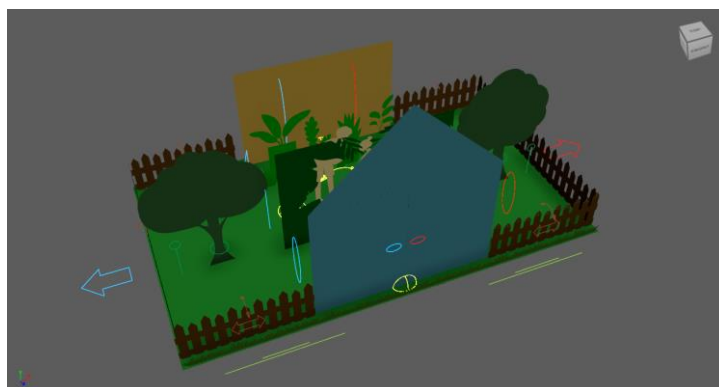


Figura 42 Rig Maya

No obstante, ciertos elementos requerían *rigs* diferentes debido a su complejidad morfológica o de movimiento. Entre estos se encontraban objetos como la fuente, el barco, las escaleras o la cama. Para los cuales hubo que pensar nuevas maneras de *rig* para su correcto funcionamiento.

En cuanto al barco, inicialmente, el modelo se había concebido como un único objeto. Sin embargo, al comenzar su *rigging*, se observó que cada una de sus partes debía tener un comportamiento distinto durante la animación. Por ejemplo, los laterales debían plegarse hacia el centro, mientras que las plataformas interiores o asientos debían doblarse por la mitad, descendiendo desde el centro y manteniendo sus extremos alineados con los laterales, lo cual motivó la búsqueda de soluciones adaptadas a cada componente.

Para resolver el *rig* de los laterales, se planteó la necesidad de simular una curvatura que evocara la forma arqueada característica de una embarcación. Este tipo de deformación no podía conseguirse mediante los métodos tradicionales utilizados en otros objetos del libro (como el simple levantamiento o el plegado plano). Por tanto, fue necesario investigar nuevas técnicas de deformación.

En un primer intento, se utilizó un *joint* en ambos extremos, y otro *joint* que mantenía las esquinas estables. No obstante, este sistema no ofrecía el resultado deseado en términos de curvatura natural.

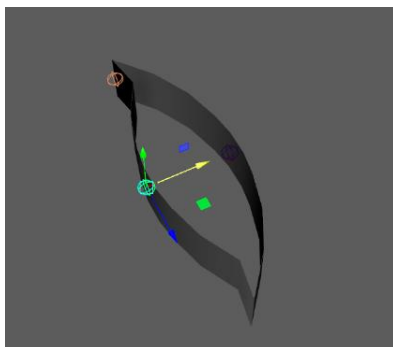


Figura 43 Prueba joints barco

Tras consultar diferentes recursos, incluyendo tutoriales especializados, se determinó que la herramienta más adecuada para simular esta deformación era la de *BlendShapes*.

El procedimiento consistió, en primer lugar, en separar el objeto del barco en dos mitades (izquierda y derecha). Cada una fue duplicada y, sobre los duplicados, se modificaron los vértices para eliminar la curvatura, obteniendo así una versión completamente plana del objeto. Posteriormente, se aplicó un *BlendShape* entre la versión curva y la plana de cada lado. De este modo, fue posible activar o desactivar la curvatura en función del momento de la animación, permitiendo que el barco se presentara arqueado durante la apertura de las páginas, y que volviera a un estado plano para facilitar su plegado al cerrar.

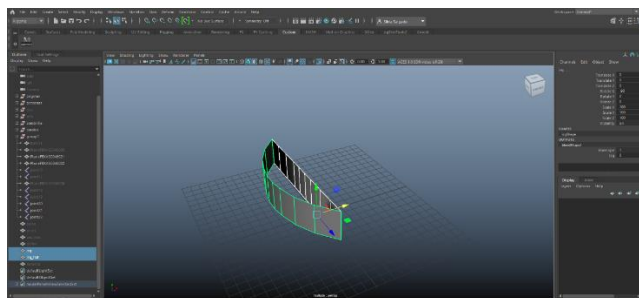


Figura 44 BlendShapes barco

Para integrar este sistema con el *rig* de las páginas, se añadieron controladores específicos en cada lado del barco, los cuales fueron vinculados a los controladores de las páginas correspondientes. Asimismo, se incorporó un controlador hijo adicional que permitía rotar los laterales del barco en función de la posición de la página, de manera que cuando las páginas estuvieran cerradas, los laterales estuvieran rotados paralelamente a las páginas, para permitir el correcto funcionamiento del libro.

Para el *rig* de los asientos o plataformas, también se dividieron estos en dos, parte derecha e izquierda. Y se incluyeron dos controladores por lado, uno que hacía rotar la plataforma 90° para que estuviera plana perpendicular a las páginas, y un controlador padre que hacía que el objeto se rotara sobre el eje central, quedando paralelo a las páginas y de esta manera no se viera cuando las páginas estuvieran cerradas.

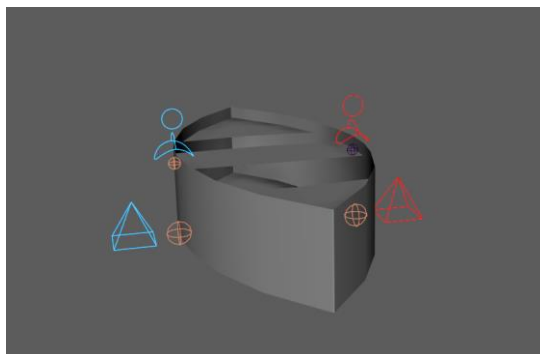


Figura 45 Rig final barco

El *rig* de la fuente se desarrolló de manera similar. A los laterales curvados se les aplicaron *BlendShapes* que permitían aplanarlos en los momentos adecuados, además de insertar controladores para doblar dichas partes según fuera necesario. La parte superior de la fuente fue dividida en dos secciones, a las cuales se les asignaron dos controladores para garantizar su correcto funcionamiento durante la animación.

En cuanto a las escaleras, se resolvieron de una manera distinta al resto de los elementos, pero con una solución bastante sencilla. Se dividieron en dos partes: los escalones y la barandilla.

A los escalones se les aplicó un *BlendShape* que les permitía rotarse 90° en los momentos precisos, de manera que quedaran pegados a las páginas y regresaran gradualmente a su posición original a medida que la página se abría. También se les asignó un controlador que seguía el movimiento de las páginas para mantener la sincronía.

Por otro lado, la barandilla recibió dos controladores: uno padre, que seguía el movimiento general de las páginas, y uno hijo, que controlaba el desplazamiento del objeto. Este último permitía mover la barandilla hacia atrás y hacia abajo, para que se mantuviera pegada a la pared en los momentos necesarios. Aunque no estaba directamente vinculada con los escalones, ambos elementos se animaban de forma sincronizada para dar la impresión de estar conectados, logrando así una integración visual más coherente.

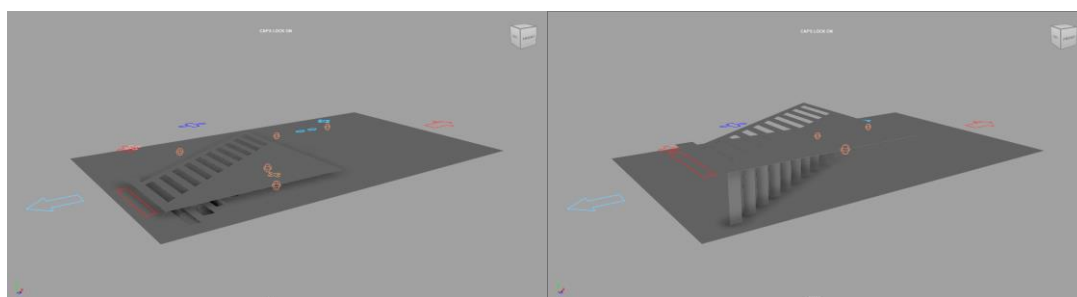


Figura 46 Rig escalera

Al igual que con los elementos anteriores, el *rig* de la cama también se construyó dividiendo el modelo en varias partes. Por un lado, se separaron el cabecero, el pie de la cama y el colchón, este último dividido a su vez en dos secciones.

El cabecero y el pie de la cama se *riggearon* de forma similar a los elementos de pared: se les asignaron dos *joints*, uno para cada lado, conectados a un controlador individual que permitía girar cada lado de forma independiente, según se abriera o cerrara la página. Además, se añadió un controlador padre que agrupaba ambos lados, permitiendo rotar todo el elemento 90º para su correcta animación.

En cuanto al colchón, se utilizaron dos *joints* jerárquicos (uno hijo del otro), asignando pesos distintos a cada sección de la geometría: el *joint* hijo influía en la parte superior del colchón, y el *joint* padre en el lateral. A cada *joint* se le vinculó un controlador: el primero rotaba la parte superior 90º para seguir la orientación del lateral, y el segundo rotaba todo el colchón 90º para que quedara pegado al suelo. Este sistema se implementó tanto en el lado izquierdo como en el derecho de la cama, asegurando un movimiento coordinado y preciso durante la animación.

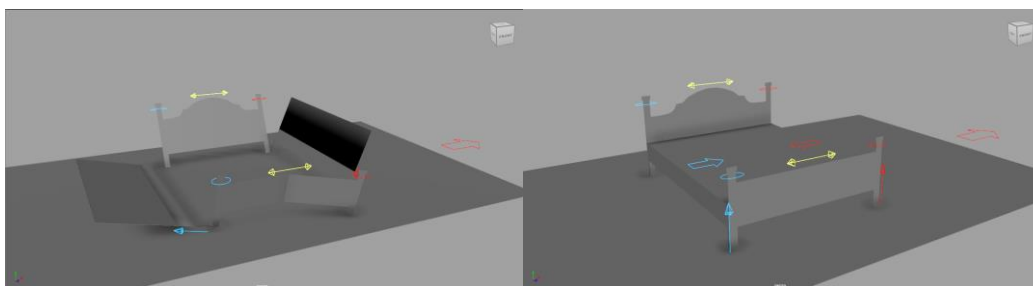


Figura 47 Rig cama

Texturizado

El proceso de texturizado comenzó con la creación de las coordenadas *UV*. Inicialmente, esta tarea resultó ser rápida y sencilla, debido a que la mayoría de los modelos presentaban superficies planas o geometrías simples. Por ello, se optó por generar las *UVs* mediante métodos automáticos, concretamente a través de la herramienta *Smart UV Project*.

Una vez completado este paso, se procedió de forma paralela tanto al *rigging* de los modelos como al inicio del trabajo de texturizado. Fue en esta fase cuando se detectó un problema significativo: al comenzar a pintar sobre los modelos, se observó que, debido a la proyección

automática utilizada previamente, muchas *UVs* se encontraban superpuestas, lo que generaba errores y distorsiones notables en las texturas aplicadas.

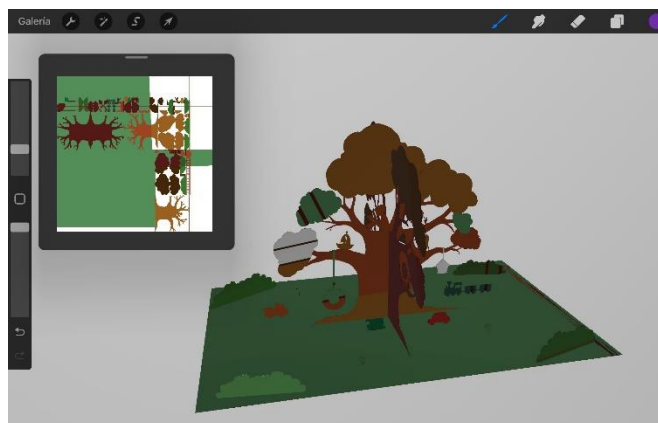


Figura 48 Fallo en UVs

Como solución, se decidió rehacer las *UVs* manualmente, añadiendo *seams* de forma estratégica donde fuera necesario para garantizar un despliegue correcto de las superficies. Este procedimiento resultó considerablemente más laborioso, especialmente en aquellos objetos que, a pesar de no ser planos, presentaban una geometría muy delgada y dificultaban la visualización adecuada del espacio UV.

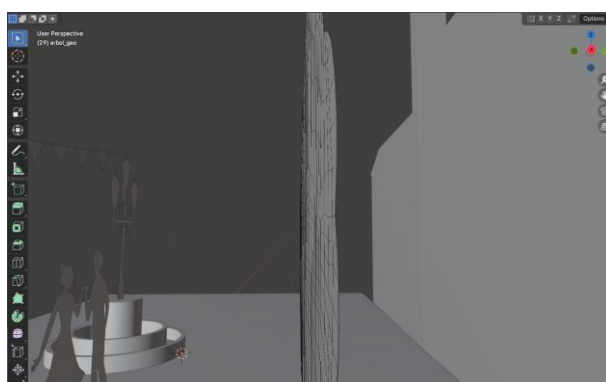


Figura 49 Objetos muy finos

Una vez comprobado que las nuevas *UVs* eran funcionales y que no existía ningún tipo de superposición, surgió una complicación adicional: las páginas del libro ya habían sido *riggeadas* previamente utilizando las primeras *UVs* incorrectas. Por tanto, al aplicar las nuevas texturas

diseñadas sobre las *UVs* corregidas, no se proyectaban correctamente sobre los modelos ya existentes, debido a las diferencias de corte, escala y disposición entre ambos conjuntos de *UVs*.

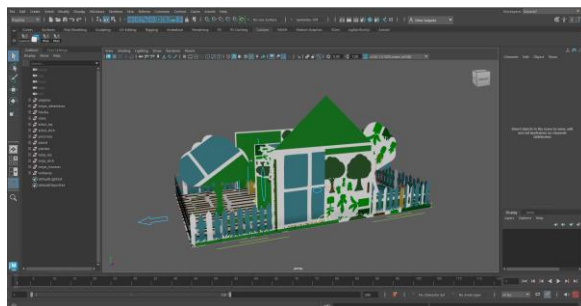


Figura 50 Escena Maya error UVs

Tras una búsqueda exhaustiva de soluciones mediante la consulta de documentación técnica, foros especializados, vídeos y tutoriales, se concluyó que la opción más viable era emplear la herramienta *Transfer Attributes*. Este procedimiento permitió transferir correctamente las nuevas coordenadas *UV* desde los modelos corregidos a los modelos ya *riggeados*, manteniendo así la animación intacta y asegurando la correcta visualización de las texturas.

Para ello, fue necesario importar individualmente cada uno de los objetos con las *UVs* corregidas al archivo principal de Maya. Posteriormente, se realizó un *Transfer Attributes* desde cada objeto nuevo hacia su correspondiente versión ya *riggeada*. Finalmente, se eliminó la *skin* anterior para que el objeto conservara únicamente la nueva geometría con las *UVs* correctas.

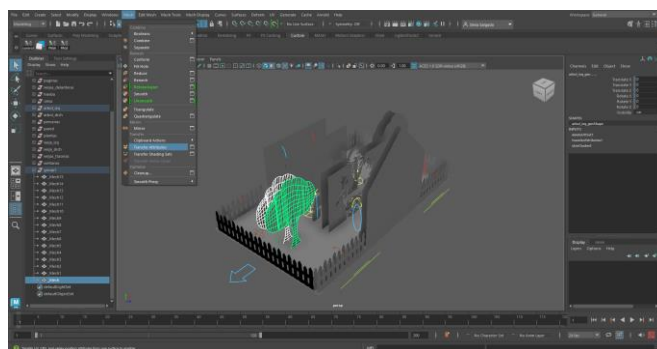


Figura 51 Transfer Attributes

Este proceso se repitió de forma individualizada para cada página del libro, lo que permitió resolver el problema por completo y obtener una visualización correcta del texturizado en todos los elementos.

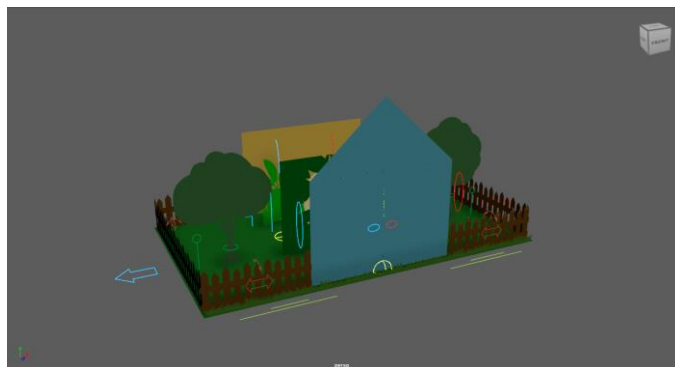


Figura 52 Escena Maya UVS bien

Una vez verificado que todas las coordenadas UV se encontraban correctamente configuradas y sin errores de superposición, se procedió a profundizar en el desarrollo del texturizado. Hasta ese momento, las texturas utilizadas eran únicamente versiones preliminares, compuestas por colores base, cuyo propósito era comprobar el correcto funcionamiento del sistema de UVs y la coherencia del mapeado.

Para el texturizado definitivo del proyecto, se buscó una estética diferenciadora, original y visualmente atractiva. Con el objetivo de lograr un resultado personalizado y distintivo, se inició una fase de investigación adicional que incluyó la recopilación de referencias visuales, la consulta de tutoriales especializados y la descarga de pinceles digitales con distintas características. Se seleccionaron pinceles que simularan efectos como el del papel texturizado, la acuarela o la tiza, los cuales fueron posteriormente importados en el software Procreate, donde se llevaron a cabo múltiples pruebas para definir el estilo deseado.

El proceso de creación de las texturas se estructuró en varias fases. En primer lugar, se aplicaba una capa base de color uniforme. A continuación, se incorporaban detalles utilizando pinceles de trazo limpio, como “monolínea” o “puntafina”, para representar elementos específicos como troncos de árboles, vestimenta de personajes o elementos decorativos como macetas. Posteriormente, se empleaban máscaras de recorte, sobre las cuales se aplicaban pinceles descargados con el fin de aportar una textura particular y enriquecer visualmente la superficie. Finalmente, se añadían pequeños detalles con otros pinceles, completando así la apariencia final de cada textura.

Una vez finalizadas, las texturas fueron importadas al archivo principal de Maya y asociadas nuevamente a sus respectivos objetos, completando así el proceso de texturizado del proyecto.



Figura 53 Texturizado página 5



Figura 54 Texturizado página 8

Animación

Con el *rig* completamente finalizado, se procedió a la etapa de animación de las páginas del libro y de todos sus mecanismos asociados. Esta fase representó un punto clave en el desarrollo del proyecto, ya que no solo implicaba poner en movimiento los elementos previamente preparados, sino también lograr una integración visual coherente y fluida entre ellos.

Las animaciones aplicadas en la mayoría de los casos fueron relativamente simples, centrándose en rotaciones suaves, desplazamientos lineales y levantamientos progresivos de los distintos objetos y mecanismos. Este enfoque buscaba mantener una estética limpia y clara, permitiendo

que el espectador percibiera cada transformación de manera natural, sin elementos que distrajeran o rompieran la armonía del conjunto.

Sin embargo, algunos *rigs* específicos, como los del barco o la cama, requerían procedimientos diferentes debido a sus sistemas de *rigging* particulares. Aunque estas soluciones técnicas eran también sencillas una vez entendidas, exigían una mayor atención al detalle para asegurar que sus movimientos encajaran con el resto del entorno animado y no rompieran la continuidad visual.

El verdadero desafío de esta etapa no estuvo tanto en la ejecución técnica de las animaciones individuales, sino en lograr que todos los movimientos se integraran de forma orgánica dentro del proceso de apertura de las páginas del libro. Fue fundamental mantener una sensación de fluidez y sincronía, asegurando que ningún elemento se solapara innecesariamente con otro y que cada transición se sintiera natural dentro del conjunto. Además, esta sincronía debía mantenerse no solo a nivel visual, sino también en relación con el ritmo narrativo de la voz en off. Cada acción animada, cada apertura o transformación, debía estar alineada con la narración.

Paralelamente, se trabajó también en la animación de las cámaras, las cuales siguieron los movimientos previamente definidos en el guion técnico. Estos recorridos estaban diseñados para acompañar la acción principal, guiar la atención del espectador y, al mismo tiempo, seguir el ritmo marcado por la voz en off. Se buscó que los movimientos de cámara fueran suaves, progresivos y acordes con la narrativa, fortaleciendo así la conexión emocional y la comprensión de la escena.

En conjunto, esta etapa de animación supuso un trabajo de precisión y coordinación, donde cada elemento debía cumplir su papel dentro de una coreografía cuidadosamente planificada, reforzando tanto el aspecto visual como el narrativo del proyecto.

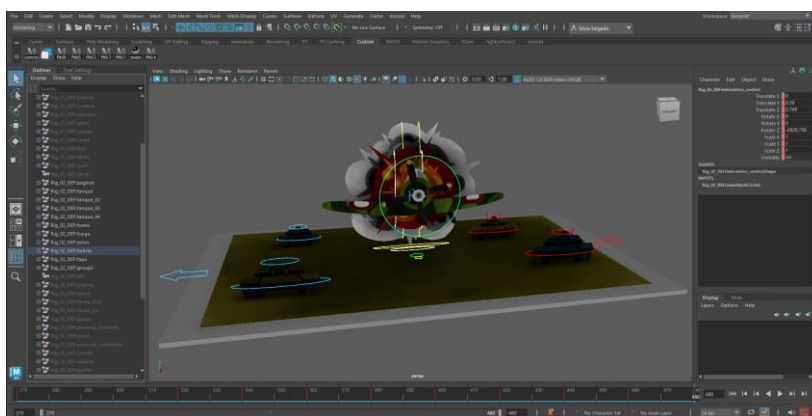


Figura 55 Ventana Maya animación

Iluminación

La iluminación del proyecto fue una de las fases más importantes dentro del apartado visual, ya que no solo permitía dar profundidad y volumen a los elementos 3D, sino que también contribuía de manera significativa a transmitir la atmósfera emocional y narrativa deseada en cada escena del cortometraje. Al tratarse de una historia contada a través de un libro pop-up, con un enfoque artesanal y nostálgico, se buscó una iluminación que reforzara esa estética acogedora, cálida y ligeramente mágica.

Para la creación del sistema de iluminación se trabajó en Autodesk Maya, utilizando el motor de render Arnold, que ofrece un sistema físico de luces muy preciso y versátil. Se optó por una iluminación basada en principios de cinematografía tradicional, combinando fuentes principales, luces de relleno y contraluces, además de luces ambientales cuidadosamente controladas. Y un HDRI de estudio, para tener unas luces básicas.

Render

Una vez completada la animación y establecida la iluminación final, se procedió a la fase de renderizado, etapa clave para transformar las escenas 3D en imágenes finales listas para edición y montaje. Este proceso se llevó a cabo en Autodesk Maya utilizando el motor de render Arnold, debido a su integración nativa, su capacidad para producir resultados físicamente realistas y su compatibilidad con *shaders* personalizados y texturas 2D.

Para lograr una calidad visual adecuada sin comprometer excesivamente los tiempos de producción, se trabajó con una resolución de 1920x1080 píxeles (Full HD). Esta elección garantizaba un buen equilibrio entre detalle y rendimiento, permitiendo renders limpios y nítidos adecuados para proyección y presentación.

Se utilizó el formato de salida .exr (OpenEXR), el cual ofrece una excelente profundidad de color y rango dinámico, además de facilitar el trabajo en postproducción gracias a sus múltiples canales y compatibilidad con compositing en programas como After Effects o DaVinci Resolve.

Uno de los mayores retos fue encontrar un equilibrio entre calidad de imagen y tiempos de render. Al trabajar con elementos delgados como hojas de papel o estructuras desplegables, era fundamental evitar el ruido en las sombras y bordes sin extender innecesariamente el tiempo de renderizado.

Para ello, se ajustaron los valores de muestreo en el render:

- Camera (AA): 4-6 dependiendo del plano
- Diffuse: 2
- Specular: 2

- Transmission: 2

Además, se realizaron pruebas de render por capas y regiones pequeñas para detectar posibles errores de iluminación y texturizado antes de lanzar el render completo.



Figura 56 Pruebas Render

Buhardilla

Al finalizar la fase de producción del libro, se procedió a la construcción del escenario principal donde este se ubicaría: la buhardilla. Siguiendo las referencias visuales recopiladas durante la etapa de preproducción, se aplicaron procesos similares a los utilizados en el desarrollo del propio libro, centrados en el modelado, el texturizado y el renderizado de los elementos, sin necesidad de rigging ni animación, dado que se trataba de componentes estáticos.

Inicialmente, se modeló un blocking general del espacio, explorando diferentes disposiciones hasta definir una estructura triangular como base del escenario. A partir de esta forma, se comenzó a detallar el entorno, incorporando elementos arquitectónicos como vigas, ventanas y revestimientos. Posteriormente, se modelaron los objetos y props necesarios para ambientar la escena, comenzando por una mesa central destinada a sostener el libro, y añadiendo a su alrededor diversos elementos complementarios como un reloj, una lámpara, un teléfono y varios libros con el objetivo de aportar realismo y riqueza visual. Para completar la buhardilla, se incluyeron otros objetos como una silla, un sillón, cajas y armarios, reforzando así la ambientación y la coherencia narrativa del entorno.

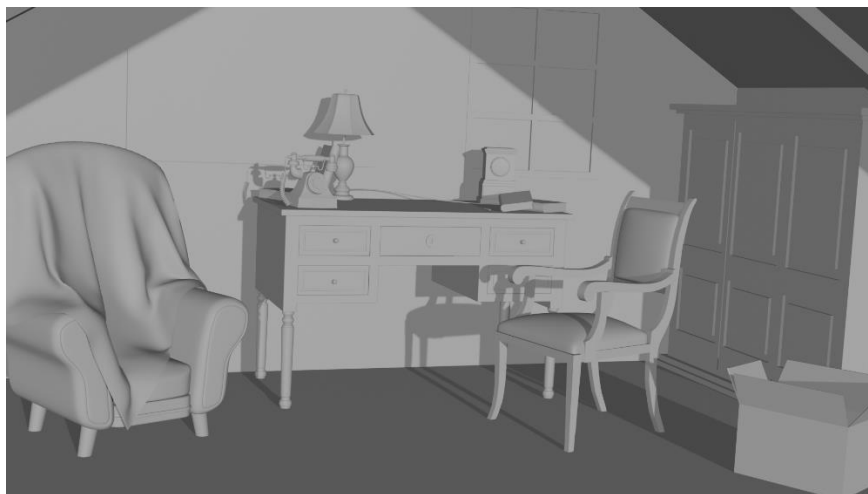


Figura 57 Escenario buhardilla

El texturizado de estos objetos se realizó en maya mediante texturas 3D obtenidas de internet de plataformas como PolyHeaven o quixel. El proceso de renderizado se realizó de forma conjunta con el del libro, si bien se requirió la incorporación de fuentes de luz y cámaras adicionales, debido a la mayor escala del espacio a representar.

3.2.3 Post Producción

Durante la fase de postproducción se ha consolidado y dado forma final al cortometraje, reuniendo todos los elementos visuales y sonoros en una edición coherente, emocional y técnicamente pulida. Esta etapa se llevó a cabo en DaVinci Resolve, un programa gratuito que permite un flujo de trabajo completo, integrando montaje, corrección de color y diseño de sonido.

Montaje

Una vez exportadas las secuencias renderizadas desde Maya, se importaron en DaVinci Resolve y se comenzó con el montaje, el cual se construyó a partir de la animática realizada previamente, que sirvió como guía estructural para el ritmo, la duración de los planos y la sincronización con la narración en off.

Durante esta etapa se cuidó especialmente la transición fluida entre escenas, asegurando que los movimientos del libro, el ritmo de los planos y las pausas narrativas generaran una sensación de continuidad y suavidad. Se ajustaron los tiempos de algunos planos para potenciar el impacto

emocional de ciertas frases, haciendo que la apertura de las páginas coincidiera con momentos clave del relato.

Sonido

El diseño sonoro jugó un papel crucial para reforzar la atmósfera del cortometraje y complementar visualmente el universo narrativo. El sonido se dividió en tres capas principales:

- Narración en off: Grabada previamente durante la fase de preproducción, la voz en off constituye el eje narrativo del proyecto. En DaVinci Resolve se llevó a cabo un proceso de limpieza del audio, eliminando ruidos de fondo y aplicando filtros para mejorar tanto la calidez como la claridad de la voz. Esta tarea resultó algo laboriosa, ya que la grabación fue realizada por una persona mayor, lo que hizo que ciertas palabras o fragmentos resultaran difíciles de pronunciar con fluidez.

Sin embargo, lejos de considerarse una limitación, se decidió mantener esta versión precisamente por el valor emocional que aportaba: el hecho de que fuera una voz de edad avanzada reforzaba la idea de que se trataba de una carta escrita por un abuelo y leída por él mismo. Esta elección contribuyó significativamente a la carga emocional del cortometraje, dotándolo de una dimensión más íntima y auténtica.

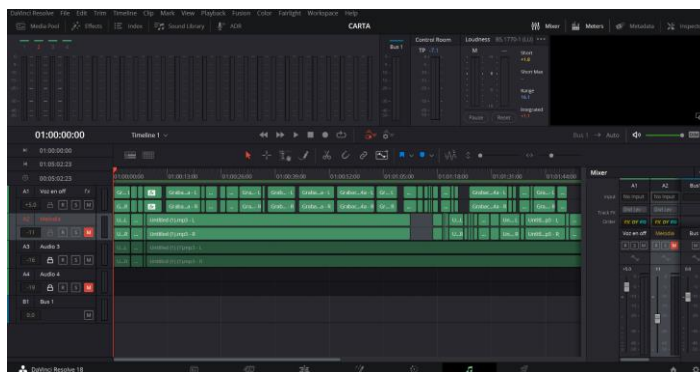


Figura 58 Edición voz en off

- Música original: Se integró una pieza musical compuesta específicamente para el cortometraje, diseñada para acompañar emocionalmente la narrativa sin restarle protagonismo a la voz. Se adaptó su volumen según la intensidad de cada escena, bajando ligeramente en momentos clave de la narración para no interferir con el mensaje.
- Efectos de sonido (SFX): Se añadieron efectos sonoros puntuales para realzar ciertos movimientos del libro (como el paso de página, el despliegue de mecanismos o el movimiento del papel). Estos efectos fueron sutiles, simulando el sonido real del papel sin romper la atmósfera onírica del corto.

Subtítulos y títulos

Al inicio del corto aparece el título principal en gran formato: “REMINISCENTE”, acompañado por una leve animación de entrada y una atmósfera sonora suave. Este título funciona como introducción visual y como marca de identidad del proyecto.

Durante toda la duración del cortometraje, se implementó un sistema de subtitulación sincronizada con la narración en off, con el objetivo de reforzar la comprensión del mensaje y aportar una capa estética más al proyecto. Los subtítulos aparecen en la parte inferior del encuadre, con una tipografía simple, legible y acorde al estilo visual del corto, en color blanco con un leve fondo translúcido para asegurar su visibilidad sobre cualquier fondo.

Para su implementación, se utilizó la herramienta de subtulado de DaVinci Resolve, que permitió sincronizar cada bloque de texto con precisión, ajustar su duración en pantalla y realizar correcciones ortográficas durante la edición final.

3.2.2 Herramientas empleadas

A lo largo del desarrollo del proyecto se han utilizado diversas herramientas y programas informáticos, seleccionados en función de las necesidades específicas de cada fase del proceso. Durante la etapa de preproducción, el uso de software fue limitado, ya que gran parte del trabajo inicial se centró en la planificación narrativa y visual. Para la redacción del guion literario se empleó Microsoft Word, mientras que Excel fue la herramienta escogida para estructurar tanto el guion técnico como el diagrama de Gantt, que sirvió como guía temporal del proyecto. En lo relativo al desarrollo visual, se utilizó Procreate para la creación del storyboard, así como para la elaboración de conceptos visuales, pruebas de color y bocetos preliminares. No obstante, es importante señalar que muchos de estos bocetos fueron realizados a papel. Para la creación de la animática, se recurrió al programa DaVinci Resolve, que permitió ensamblar visualmente la narrativa y ajustar el ritmo general del cortometraje. Asimismo, se emplearon plataformas como Pinterest para la recopilación de referencias estéticas, Canva para la composición de moodboards y YouTube como fuente principal de consulta de tutoriales relacionados con rigging, modelado y mecánicas pop-up.

En la fase de producción, se usaron varios softwares. Blender fue empleado principalmente para el modelado de todas las páginas y escenarios y props presentes en el corto, además de para la creación de las UVs. Mientras que Procreate y Substance Painter se utilizó para aplicar texturas detalladas a cada uno de los elementos, aprovechando su capacidad para simular acabados pictóricos y efectos ilustrativos. Sin embargo, el software que desempeñó el papel más importante durante esta etapa fue Autodesk Maya. Con él se desarrollaron los sistemas de rigging del libro, así como las animaciones correspondientes. También se utilizó para la configuración de la iluminación y, finalmente, el renderizado de las escenas.

Durante la postproducción, el montaje final del cortometraje se llevó a cabo utilizando DaVinci Resolve, donde se integraron todos los clips animados y se sincronizaron con los recursos sonoros. La banda sonora fue generada a través de Suno, una plataforma de inteligencia artificial diseñada para la creación musical, que permitió desarrollar una melodía acorde al tono emocional del proyecto. Y para la grabación de las voces, la grabadora del ordenador.

3.3 Recursos requeridos

Dispositivos:

Ordenador MSI:

- Procesador: 11th Gen Intel(R) Core(TM) i7 – 11800H @ 2.30GHz, 2304 Mhz
- RAM instalada: 16,0GB
- Gráfica: NVIDIA GeForce RTX 3050 Laptop GPU // Intel (R) UHD Graphics

Ipad Air 4ª generación:

- Procesador: Apple A14 Bionic de 6 núcleos (2 núcleos de alto rendimiento "Firestorm" + 4 núcleos de eficiencia "Icestorm")
- RAM instalada: 4 GB
- Gráfica: GPU integrada de 4 núcleos diseñada por Apple, parte del chip A14 Bionic.

Apple Pencil 2ª generación

Softwares:

- Paquete de programas de Microsoft Office (Word, Excel)
- Procreate
- DaVinci Resolver
- Autodesk Maya
- Blender
- Adobe Substance 3D Painter
- DaVinci Resolve

Herramientas online:

- Pinterest

- Canva
- Suno
- YouTube
- Discord
- Grabadora
- Polyheaven
- Quixel

3.4 Viabilidad e implementación

El proyecto se ha planteado como una producción académica e individual, por lo que no ha requerido de financiación externa. No obstante, para evaluar su viabilidad en un contexto profesional, se ha elaborado un análisis estimado de costes que permitiría transformar este cortometraje en un producto comercial o de presentación para festivales.

Dado que el proyecto ha sido realizado de forma íntegra por una sola persona, los costes de personal se ven reducidos, pero si se ampliara a un equipo profesional, podría contemplarse un equipo mínimo de 4 a 5 personas, incluyendo dirección, modelado, rigging, animación, sonido y edición.

Tabla costes estimados del proyecto

Categoría	Departamentos	Coste estimado (€)
Desarrollo	Guion literario, técnico, investigación narrativa y visual	1.000€
Preproducción	Storyboard, animática, moodboards, diseño de mecanismos	1.200€
Producción	Modelado, rigging, animación, texturizado	9.000 €
Iluminación y renderizado	Ajustes de iluminación, renders	2.000€
Sonido y música	Grabación de voz en off, mezcla, diseño sonoro	1.200 €

Postproducción	Edición, subtítulos, títulos, montaje final	1.500 €
Software y licencias	Maya, Paquete Microsoft, Procreate	600€
Dispositivos	Ordenador, Ipad, Apple pencil	4.000€

Tabla 2 Presupuesto

Total estimado de costes: 20.500€

Análisis de sostenibilidad a futuro

- Difusión profesional: puede enviarse a festivales de cortometrajes, muestras de animación o servir como pieza de presentación profesional (portfolio/showreel).
- Ampliación narrativa: el libro puede albergar más historias, ampliando el universo visual y emocional del corto.
- Adaptación a experiencias interactivas: como libro pop-up digital en formato web, realidad aumentada (AR), o aplicaciones educativas.
- Uso en el ámbito educativo o terapéutico: puede utilizarse como material para reflexionar sobre temas como la memoria, los vínculos familiares o la pérdida.
- Reutilización técnica: los rigs desarrollados pueden adaptarse a otros proyectos pop-up, facilitando futuros desarrollos.

3.5 Resultados del proyecto y análisis

El proyecto ha alcanzado los resultados esperados conforme a los objetivos específicos planteados, abarcando desde la fase de investigación inicial hasta la postproducción del cortometraje final. A continuación, se detallan los logros obtenidos en cada bloque de trabajo y los principales cambios o decisiones tomadas durante el desarrollo.

Resultados finales obtenidos

- **Investigación técnica y artística del formato pop-up:**

Se llevó a cabo un análisis profundo sobre los libros pop-up físicos, identificando los principales tipos de mecanismos empleados (pliegues, lengüetas, planos en V, estructuras en capas, etc.). Esta investigación se apoyó en el uso de maquetas físicas y la observación directa de libros reales, lo que permitió comprender la lógica estructural del papel en movimiento. Paralelamente, se estudió cómo estos mecanismos han sido adaptados, aunque de forma muy limitada a entornos digitales, lo que permitió detectar una oportunidad clara de exploración creativa y técnica.

El proceso también incluyó la recopilación de referentes visuales en películas, series, videojuegos y cortos, tanto en animación 2D como 3D, que utilizan el papel o los libros como elementos narrativos. Estas referencias no solo fueron inspiradoras, sino también fundamentales para definir el estilo visual y la ambientación emocional del proyecto.

- **Diseño conceptual y narrativo del proyecto**

A partir del análisis anterior, se diseñó un libro pop-up digital como estructura narrativa del cortometraje, en el que cada página representa un recuerdo clave de la vida del personaje protagonista. Se desarrolló un guion literario y técnico, así como un storyboard y una animática, que sirvieron como base para la planificación del ritmo, la disposición de las páginas y los movimientos de cámara.

El estilo visual se definió con claridad desde el inicio: se optó por una estética delicada y nostálgica, basada en el modelado sencillo en 3D y el uso de texturas 2D pintadas a mano. Se trabajó en el diseño de escenarios, objetos y detalles visuales que reforzaran la sensación de estar dentro de un libro ilustrado, manteniendo una coherencia artística en todo el proyecto.

- **Desarrollo técnico del cortometraje**

Durante la producción, se modelaron todos los elementos del libro, las páginas y el entorno de la buhardilla. Se aplicó un sistema de rigging personalizado que permite simular con fidelidad los mecanismos desplegables y otros elementos interactivos, como paredes, objetos y figuras, sincronizándolos con el ritmo narrativo y la animación del libro al abrirse cada página.

La iluminación se diseñó para representar un entorno natural, aportando calidez a la escena. El renderizado se realizó con Arnold, equilibrando calidad visual y tiempos de producción. En la postproducción, se trabajó la edición completa del cortometraje en

integrando planos, subtítulos sincronizados, música original y voz en off. El montaje final mantiene la fluidez narrativa y logra transmitir la emoción buscada en cada secuencia.

Desviaciones o cambios durante el desarrollo

- Algunos elementos complejos del libro tuvieron que simplificarse para garantizar el correcto funcionamiento del rig.
- Se adaptaron planos y tiempos de escena al ritmo real de la voz en off, lo que implicó modificar la duración de algunas tomas.
- Se cambiaron ciertos *concepts* de páginas para facilitar el modelado y el rig.
- Se tomó la decisión de mantener la voz en off con una grabación real de una persona mayor, aceptando sus imperfecciones como parte del valor emocional del corto, lo que reforzó aún más la autenticidad de la historia.

Capítulo 4. CONCLUSIONES

4.1 Conclusiones del trabajo

El objetivo general de este proyecto, centrado en la creación de un cortometraje de animación 3D con un libro pop-up digital como recurso narrativo, se ha alcanzado de forma satisfactoria. A lo largo del proceso se han cumplido los cinco objetivos específicos establecidos, aunque su desarrollo ha implicado ciertas dificultades que también han contribuido al aprendizaje y mejora del resultado final.

Durante la primera etapa, centrada en la investigación técnica y artística del formato pop-up, se consiguió reunir una base sólida de referencias y conocimientos, tanto físicos como digitales. Observar libros reales, construir maquetas y analizar casos similares fueron claves para entender cómo funcionan estos mecanismos. Aun así, trasladar estas estructuras a un entorno 3D no fue tan simple como se imaginó. Adaptar la lógica del papel a una animación digital supuso un proceso más técnico y complejo de lo que inicialmente se esperaba, especialmente a la hora de diseñar *rigs* funcionales que fueran visualmente creíbles y a la vez animables.

En la parte conceptual y visual, se logró establecer una narrativa íntima y emocional. Cada página del libro fue pensada como una pequeña escena cargada de significado, manteniendo la coherencia visual y narrativa del conjunto. La combinación de modelado 3D con texturas ilustradas en 2D permitió reforzar ese tono artesanal y nostálgico que se buscaba desde el principio. Aunque esto requirió mucho más detalle y tiempo del esperado.

El desarrollo técnico del proyecto ha sido, la parte más exigente. La animación de los mecanismos desplegados, la sincronización con la voz en off, la iluminación del entorno y la edición final requirieron un proceso constante de ajuste, revisión y perfeccionamiento para lograr un resultado coherente y funcional. Algunos procesos, como el *rigging* de ciertos elementos del libro, necesitaron soluciones improvisadas o ajustes manuales para mantener la ilusión visual del pop-up. Además, trabajar con múltiples capas de contenido (visuales, sonoras y narrativas) hizo necesario un alto grado de organización para que todo encajara como se había previsto.

A lo largo del proyecto también se ha procurado mantener un compromiso con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), incluyendo la reducción de las desigualdades (ODS 10), ya que las personas con discapacidad auditiva pueden seguir la narración gracias a los subtítulos. El bienestar emocional y la visibilización del Alzheimer (ODS 3), el fomento de competencias técnicas dentro de la educación superior (ODS 4) y el impulso a propuestas creativas e innovadoras en la industria audiovisual (ODS 9).

En definitiva, este proyecto no solo ha permitido cumplir los objetivos iniciales, sino que ha ofrecido la oportunidad de enfrentarse a un reto técnico y creativo con un enfoque personal y comprometido. Ha sido una experiencia de aprendizaje integral que ha combinado lo artístico con lo técnico y lo emocional con lo narrativo, dejando una base sólida para seguir explorando este tipo de formatos en el futuro.

4.2 Conclusiones personales

Este proyecto ha sido, sin duda, una experiencia muy personal. Desde el principio, no se trataba solo de hacer un cortometraje para cerrar una etapa académica, sino de crear algo con valor emocional, algo que hablara de los recuerdos, del paso del tiempo y de la memoria desde un lugar íntimo y sincero.

A nivel técnico, ha supuesto todo un reto, pero también una oportunidad enorme de aprendizaje. Me ha permitido crecer en campos como el *rigging*, la planificación visual o la integración de narrativa con elementos interactivos. He aprendido a resolver problemas de forma autodidacta, buscando soluciones que no solo funcionaran técnicamente, sino que también aportaran sentido expresivo a la historia que quería contar.

La idea del libro pop-up viene de algo muy personal: cuando era pequeña, tenía muchos libros así en mi estantería. Los abría, jugaba con ellos y me inventaba nuevas historias. Recuerdo la emoción de desplegar cada página y descubrir lo que escondía. Por eso, una de las motivaciones principales del proyecto fue precisamente juntar esos recuerdos de mi infancia con algo que forma parte de mi presente: la animación 3D. En ese sentido, este trabajo ha sido como volver a jugar con mis libros, pero esta vez creando yo la historia, y dándole vida a cada página. Ha sido algo íntimo, emocionante y muy especial para mí.

Otro tema muy importante en el proyecto ha sido el Alzheimer, algo que viví muy de cerca con mi abuelo. Durante sus últimos años padeció demencia, y fuimos viendo cómo poco a poco iba perdiendo sus recuerdos y olvidando a su familia. Por eso sentía que necesitaba hablar de ello. Darle voz y visibilidad, porque es una realidad que viven cada vez más personas, y que muchas veces se deja de lado.

La voz en off del cortometraje la grabó mi otro abuelo. Fue un reto técnico, pero también un regalo enorme. Compartir ese tiempo con él, revisar juntos el guion, grabarlo con calma... fue algo que recordaré siempre. Tener su voz como parte del proyecto, y saber que va a estar ahí durante años, le da al corto una carga emocional que nunca habría imaginado al comenzar. Para mí, es de lo más valioso de todo el proceso.

En resumen, este proyecto ha sido una mezcla de emociones, recuerdos, aprendizaje técnico y mucha dedicación. Ha habido momentos complicados, sin duda, pero también muchísimos en los que he disfrutado, conectado con mi historia y con lo que quería expresar. Y por eso sé que, más allá del resultado, este es uno de los trabajos más importantes y significativos que he hecho hasta ahora.

Capítulo 5. FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

Durante el desarrollo surgieron ideas que no pudieron ser implementadas por limitaciones de tiempo y recursos pero que abren caminos para futuras versiones o extensiones del proyecto:

1. **Interactividad:** permitir al espectador manipular las páginas del libro, activando los mecanismos en tiempo real.
2. **Versión en realidad aumentada:** convertir el libro pop-up digital en una experiencia proyectada sobre una superficie física mediante dispositivos móviles.
3. **Capítulo extendido o continuación:** incorporar más páginas que desarrollen la historia del personaje o introduzcan nuevas cartas con recuerdos.
4. **Edición física:** transformar los diseños en plantillas recortables para crear una versión real del libro.
5. **Adaptación educativa:** utilizar el corto y su mecánica como recurso didáctico para enseñar narrativas visuales, *rigging* o mecánica del papel en escuelas de animación.
6. **Publicación como herramienta técnica:** documentar el *rig* y sus mecanismos para otros artistas 3D interesados en explorar técnicas similares.
7. **Desarrollo de una serie o película:** El libro pop-up podría funcionar como secuencia de apertura (*opening*) o elemento narrativo recurrente en una serie o película de mayor duración. A partir de la historia sugerida en el cortometraje, se podría ampliar el universo narrativo del abuelo, profundizando en sus recuerdos, vivencias pasadas y relación con su esposa. Esto permitiría construir una narrativa más compleja y emocional, con múltiples episodios o capítulos que desarrollen los momentos clave de su vida, manteniendo el estilo visual artesanal y el enfoque íntimo del corto original.

Estas futuras líneas de trabajo no solo expanden el valor del proyecto, sino que demuestran su potencial como plataforma creativa, educativa y técnica más allá del formato de cortometraje.

Capítulo 6. REFERENCIAS

6.1 Referencias bibliográficas: libros y artículos de investigación

- Bidart, M. (2024). Arte desplegable: Libros pop-up con Mathilde Arnaud. *Proyectual-D*, 1, e008. <https://doi.org/10.24215/30087473e008>
- Carbonell-Carrera, C., Saorín, J.-L., Meier, C., Melián-Díaz, D., & De-la-Torre-Cantero, J. (2016). Tecnologías para la incorporación de objetos 3D en libros de papel y libros digitales. *Profesional De La Información*, 25(4), 661–670. <https://doi.org/10.3145/epi.2016.jul.16>
- Caliri, J. (Director de animación). (2015). *El Principito* [Película animada]. Onyx Films, Orange Studio, & Lucky Red.
- Carvalho, A. (2024). Libros pop-up: Cuando la historia salta de las páginas. *Proyectual-D*, 2, Article 2.
- Drewett, M. (2016). *Pop-up design and paper mechanics: How to make folding paper sculpture*. The Crowood Press Ltd.
- El libro pop-up: Una historia más allá de la literatura infantil. (2024). *Anuario sobre bibliotecas, archivos y museos escolares*, 4, 320–335. <https://cendie.abc.gob.ar/revistas/index.php/abame/article/view/2150>
- Glaister, G. A. (1996). *Encyclopedia of the book*. Oak Knoll Press.
- Gloria Lucia. (2011). *Pop up books*. <https://aixonoesunquadern.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/10/historia-popup.pdf>
- Hiner, M. (1985). *The elements of pop-up*. Intervisual Communications.
- Media Molecule. (2013). *Tearaway* [Videojuego]. Sony Computer Entertainment.
- Nagaya, M. (Director de arte). (2020). *Paper Mario: The Origami King* [Videojuego]. Nintendo.
- Nazario, G. (s. f.). *Relación entre la producción industrial y la artesanal en los libros móviles/pop-up*.
- Santoro, H. P. (2024). El libro pop-up: Una historia más allá de la literatura infantil. *Anuario sobre bibliotecas, archivos y museos escolares*, 4, 320–335.
- Serrano Sánchez, M. (2018). ¡Pop up! La arquitectura del libro móvil ilustrado infantil. *Universidad de Granada*. <http://hdl.handle.net/10481/49073>
- Simmonds, D. (2015). *Paper engineering for pop-up books and cards*. Crowood Press.
- Taketa, N., Hayashi, K., Kato, H., & Noshida, S. (2007). Virtual pop-up book based on augmented reality. En M. J. Smith & G. Salvendy (Eds.), *Human interface and the management of information. Interacting in information environments* (pp. 475–484). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-73354-6_52
- Vate-U-Lan, P. (2011). Augmented reality 3D pop-up children book: Instructional design for hybrid learning. *2011 5th IEEE International Conference on E-Learning in Industrial Electronics (ICELIE)*, 95–100. <https://doi.org/10.1109/ICELIE.2011.6130033>

6.2 Otras fuentes (congresos, conferencias, web, vídeos...)

- Amelcart Illustration | ア・メリカ公式サイト. (s. f.). *Amelcart Illustration*. <https://amelcart.com/illustration-gallery>
- AXNspain (Director). (2024, mayo 22). *La Promesa | Cabecera Oficial 3 (La 1 TVE) | 4K* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=8M7cAl6J3tA>
- Bolsamanía. (2015, abril 4). *Juego de Tronos y sus títulos de crédito de inicio: cómo fueron creados*. <https://www.bolsamania.com/seriesadictos/2015/04/04/juego-de-tronos-y-sus-titulos-de-credito-de-inicio-como-fueron-creados/>
- Breve historia de los libros «pop-up» | Blog. (s. f.). *Domestika*. <https://www.domestika.org/es/blog/4992-breve-historia-de-los-libros-pop-up>
- Ed4dProductions (Director). (2022, junio 11). *Modeling & Rigging a Book in Maya—Time Lapse* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=KhPOE-vgFW4>
- El extraordinario arte detrás de Spider-Man: Into the Spider-Verse | Blog. (s. f.). *Domestika*. <https://www.domestika.org/es/blog/1734-el-extraordinario-arte-detras-de-spider-man-into-the-spider-verse>
- Fox, M. (2009, noviembre 26). *Waldo Hunt, King of the Pop-Up Book, Dies at 88*. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2009/11/26/arts/26hunt.html>
- GameofThrones (Director). (2011, abril 18). *Official Opening Credits: Game of Thrones (HBO)* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=s7L2PVdrb_8
- Kaze Yugen (Director). (2021, octubre 12). *Book Rig—In depth (Book Cover) [Part 1] Blender 2.92* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=5SRS6maowck>
- Kaze Yugen (Director). (2021, octubre 15). *Book Rig—In depth (Inside Pages) [Part 2] Blender 2.92* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=O3wLE4ZscRw>
- Kind, A., & Newton, D. (2017). *Inside Framestore's Paddington 2 Pop-Up-Book Sequence*. *VFX Voice*. <https://www.vfxvoice.com/inside-framestores-paddington-2-pop-up-book-sequence/>
- Libros pop-up | Literatura Infantil y Juvenil SM. (s. f.). <https://es.literaturasm.com/somos-lectores/libros-pop>
- Miller, M. (2023, noviembre 29). *The Volve: The Medieval Equivalent of a Smartphone App? Ancient Origins*. <https://www.ancient-origins.net/artifacts-ancient-technology/volve-020538>
- Niknokinater (Director). (2018, agosto 19). *The Little Prince (2015)—Draw Me a Sheep* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=DkyTdZtl18s>
- Nintendo España (Director). (2024, abril 25). *Un vistazo detallado a Paper Mario: La puerta milenaria (Nintendo Switch)* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=sxgzW8s0pmo>
- PlayStation España (Director). (2013, noviembre 20). *#Tearaway—Tráiler de Lanzamiento* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=6Pd4K1oMEnQ>
- Portfolio. (s. f.). *Julia Yus*. <https://juliayus.com/portfolio/>

- Rici86. (2022, enero 31). *Kirigami: Pop-up sculptures and origamic architecture*. #LRCrafts. <https://www.lrcrafts.it/kirigami-pop-up-sculptures-origamic-architecture/>
- Sara Burgees. (2012). *All about Pop-up*. <https://allaboutpopup.tumblr.com/History>
- Stark Productions (Director). (2024, diciembre 19). *Paddington 2—El libro Pop-Up [1080p]* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=OIYsQpJRa0>
- Stars do Cartoon (Director). (2016, abril 10). *Chowder—Intro Español Castellano* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=IJG_TY-1B18
- Tea Flower (Director). (2017, noviembre 4). *Pop up book animation* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=3E8vDN2-0jE>
- The Pop-Up Channel (Director). (2014, noviembre 9). *Pop-Up Tutorial 1—Introduction – Materials and Basic Theory* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=aGJZbNh9Phs>
- X. (2009, noviembre 22). *Waldo Hunt dies at 88; entrepreneur revived the pop-up book as art form*. *Los Angeles Times*. <https://www.latimes.com/local/obituaries/la-me-waldo-hunt22-2009nov22-story.html>

Capítulo 7. ANEXOS

7.1 Anexo I: Carta del abuelo

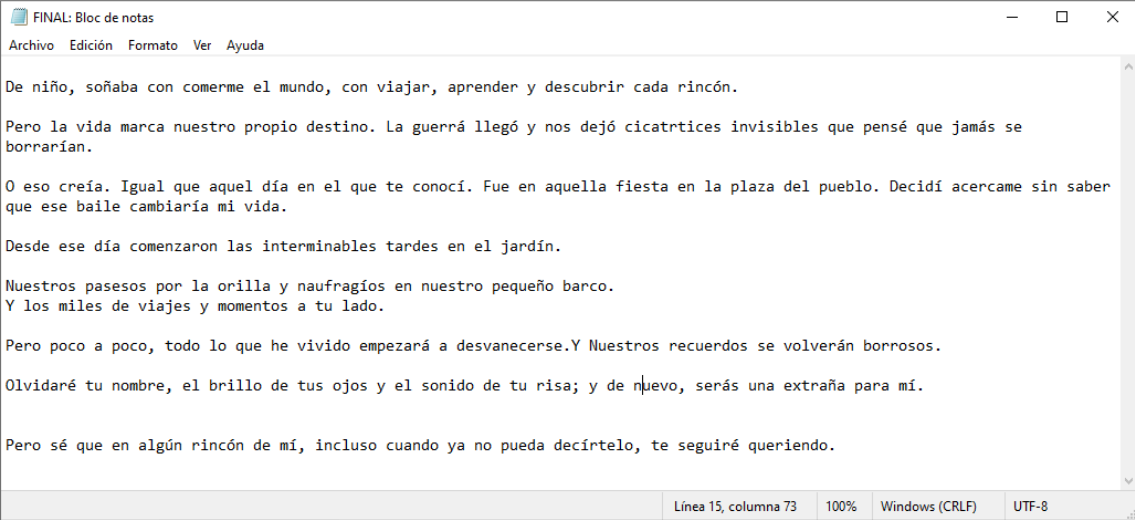


Figura 59 Carta

7.2 Anexo II: Diagrama de Gantt

REMINISCENTE

SILVIA SALGADO PASCUAL

